Acta Societatis Botanicorum Poloniae
Vol. X. №. 3. 1933.

Obserwacje za życia nad tworzeniem się pirenoidów u skrętnicy.

(Observations vitales sur la formation des pyrenoïdes chez Spirogyra).

(Z tabl. — planche XVIII.)

napisał

ALEKSANDER SZEJNMAN

(Wpłynęło 24. II. 1933).

WSTĘP.

Najstarsze dane, dotyczące mnożenia się pirenoidów u skrętnicy, znajdujemy u de Bary'ego (1858). Autor przypuszcza, że liczba pirenoidów u tego glonu zwiększa się wyłącznie przez ich tworzenie się [1]).

Pringsheim w r. 1879, omawiając „Amylumherd" u *Spirogyra,* zwraca uwagę na jego związek z jądrem za pośrednictwem nici plazmatycznych, które według autora, przechodzą między ziarnami powłoki skrobiowej pirenoidu i przenikają do jego ciała środkowego. W dalszym ciągu Pringsheim opisuje podział „Amylumherd'u" u skrętnicy, stwierdzając, że podziałowi temu towarzyszy rozszczepienie nici. Obok tego zaznacza, że o ile nić plazmatyczna, idąca od jądra, trafi na miejsce plastydu, w

[1]) Używam terminu „mnożenie się pirenoidów", jako odpowiednika niemieckiego „Vermehrung", oraz — „tworzenie się", jako odpowiadającego „Neubildung".

którem dotychczas pirenoidu niema, to należy przypuszczać, że się on w tem miejscu wytworzy. Z tego wynika, że Pringsheim przynajmniej a priori przyjmował możliwość tworzenia się pirenoidów.

Strasburger (1880) również był tego zdania, że miejsce, w którem nić plazmatyczna trafia na plastyd, jest przeznaczone do wytworzenia się pirenoidu.

Schmitz (1882) krytykuje twierdzenie Pringsheima i Strasburgera o związku pirenoidów z jądrem zapomocą nici plazmatycznych, wykazując, że po pierwsze, nici te nie dochodzą bezpośrednio do pirenoidów, ani nawet do plastydu, lecz tylko do warstwy cytoplazmy, która ten plastyd otacza, powtóre, że te przyczepy nici nie są ani stałe, ani powszechne. Co do mnożenia się pirenoidów u skrętnicy, to autor stwierdza na podstawie własnych obserwacyj występowanie podziału pirenoidów na dwie równe lub nierówne części. Nie zaznacza jednak, czy obserwował za życia przebieg całego procesu na jednym i tym samym pirenoidzie, czy też wnosi o nim z zestawienia figur podziałowych. Występowanie małych nagich pirenoidów skłoniło Schmitza do przypuszczenia, iż prawdopodobnie obok podziału zachodzi również i tworzenie się pirenoidów.

Pomijając prace Meyera (1883) i Schimpera (1885), dotyczące przedewszystkiem struktury pirenoidów, przechodzę do badań Kolkwitza (1899). Autor zajmuje się sprawą wzrostu chloroplastu, który bezpośrednio obserwuje w tej samej komórce glonu w ciągu 2 tygodni. Jako punkty orjentacyjne przy badaniu wzrostu, służą mu pirenoidy, co do których udowadnia, że pozostają stale w tem samem miejscu plastydu i samodzielnego ruchu nie ujawniają. W wyniku Kolkwitz dochodzi do przekonania, że chloroplast u skrętnicy rośnie interkalarnie, z większem jednakże natężeniem wzrostu w częściach końcowych (pag. 282). Co do pirenoidów, to autor sam powiada, że nie poczynił żadnych spostrzeżeń ani co do ich podziału, ani co do ich ewentualnego tworzenia się.

Boubier (1899) poświęca dwie prace pirenoidom u skrętnicy. Autor przypisuje wielkie znaczenie żeberku, przebiegającemu wzdłuż plastydu pewnych skrętnic; żeberko to uważa za utwór specyficzny, stojący w związku z pirenoidami i nazywa je „pirenodesmą“ („Pyrenodesme“). Boubier potwierdza rozmna-

żanie się pirenoidów przez podział, obok tego przyjmuje tworzenie się ich wewnątrz pirenodesmy. Z uwagi jednak na częste występowanie młodych pirenoidów w bezpośredniem sąsiedztwie dorosłych, autor wyraża przypuszczenie, że być może i w wypadku tworzenia się, ciało środkowe pirenoidu pochodzi z odszczepienia od sąsiedniego dorosłego.

Obszerne prace, dotyczące pirenoidów, zawdzięczamy Chmielewskiemu. W pracy z roku 1899 opisał on u skrętnicy rozmnażanie się tych organoidów przez podział, stwierdził mianowicie masowe występowanie podziałów o zmierzchu. Do przypuszczenia o tworzeniu się pirenoidów autor nie znalazł żadnych podstaw [1]). Autor obserwował również zjawisko podziału nici plazmatycznych, idących od jądra w kierunku pirenoidu, uważa je jednak nie za przyczynę podziału pirenoidu, ale za jego skutek. Przypuszczenie o powstaniu pirenoidów w miejscu, gdzie nić trafia na plastyd, wydaje mu się tak, jak i Schmitzowi (1882), nieuzasadnionem. Praca z roku 1904 potwierdza wyniki poprzednie co do rozmnażania się pirenoidów u skrętnicy (pag. 44, 45).

W nowszych czasach wzmianki o mnożeniu się pirenoidów u skrętnicy podają Scherrer (1914) i Geitler (1926); przyjmują oni, że liczba pirenoidów u tego glonu zwiększa się wyłącznie przez podział poprzednio istniejących.

Ostatnio, sprawę mnożenia się pirenoidów u skrętnicy poruszył w swoich pracach Czurda (1928/29). Autor na podstawie obserwacyj za życia, które uważa w danym wypadku za jedynie miarodajne, dochodzi do wniosku, że liczba pirenoidów u glonu *Spirogyra* zwiększa się zarówno przez podział poprzednio istniejących, jak i przez tworzenie się nowych. Czurda stwierdził zgodnie z Kolkwitzem (1899), że plastyd rośnie interkalarnie; w miarę tego wzrostu pirenoidy odsuwają się od siebie, między niemi — przeważnie w godzinach przedpołudniowych — zakładają się nowe, zaledwie widoczne (pag. 167). Obok tego procesu zachodzą i podziały pirenoidów w liczbie 1—3 na komórkę. Można wywołać występowanie podziałów pirenoidów liczniejsze przez umieszczenie materjału początkowo w gorszych warunkach, a potem przeniesienie go do świeżej pożywki (Czurda 1928, pag. 167, 168). Autor opisuje młody pirenoid, jako „utwór, oto-

---

[1]) „Die Untersuchungen sprechen für die ausschliessliche Vermehrung der Pyrenoide durch Teilung. Anhaltspunkte für die Möglichkeit der Neubildung von Pyrenoiden hat Verf. nicht gefunden" (L. c. p. 278).

czony pierścieniem innych punktów" (pag. 167); te ostatnie są to ziarna skrobi, zjawiać się one mają w niedługim czasie po powstaniu pirenoidu i liczba ich w trakcie dalszego wzrostu utworu nie zwiększa się (pag. 176).

Zestawienie powyższe wykazuje, że sprawa mnożenia się pirenoidów u skrętnicy znajduje odpowiedzi dość różne i że pozostaje nadal otwarta.

MATERJAŁ I METODA BADAŃ.

Badania moje prowadziłem na gatunkach skrętnicy, charakteryzujących się występowaniem w komórkach jednego tylko chloroplastu, błonami poprzecznemi bez kołnierzyków, szerokością nici od 20 μ do 30 μ i liczbą obiegów plastydu 2—10. Djagnozy gatunkowej, dotyczącej materjału wszystkich obserwacyj, nie podaję dlatego, że za każdym razem używałem materjału świeżego, przywożonego z różnych stanowisk naturalnych w okolicach Warszawy. Na jesieni r. 1931 np. była to *Spirogyra polymorpha* Kirch. (L i n d a u, 1914, pag. 77). Grubość nici wynosiła 22 μ — 26 μ, długość komórek była 3,5 — 6,5 razy większa od ich szerokości, błony poprzeczne proste [1]).

Badania moje miały charakter obserwacyj za życia i były tak prowadzone, aby pozwalały przez dłuższy czas (kilka do kilkunastu dni) śledzić pod mikroskopem pewną określoną komórkę, znajdującą się w warunkach, umożliwiających jej wzrost aż do podziału. Podobne wymagania co do metody badań nad mnożeniem się pirenoidów stawiał sobie i C z u r d a (1928).

---

[1]) Mówiąc o materjale badań, chciałbym jeszcze zwrócić uwagę na występowanie na plastydzie pewnych skrętnic żeberka, czy też listewki, które przebiega na jego powierzchni, zwróconej do światła komórki. O utworze tym wspominali już S c h m i t z (1882 pag. 17), N a e g e l i (1893), K o l k w i t z 1899), B o u b i e r (1899) i C h m i e l e w s k i (1904). O ile mogłem zaobserwować, występowanie żeberka pozostaje w związku z wklęsłością plastydu, jest ono mianowicie silnie wyrażone w plastydach głęboko wklęsłych. W obrębie tej samej komórki części środkowe chromatoforu są silniej wklęsłe i posiadają żeberko wyraźniej wykształcone, podczas gdy części, bliższe końcom, są bardziej płaskie i na nich go często niema. Żeberko obchodziło mnie w niniejszej pracy o tyle, że występowanie jego utrudnia zaobserwowanie wszystkich pirenoidów komórki, dlatego też wybierałem takie gatunki, u których żeberko było słabo rozwinięte.

Badania S c h m i t z a (1882) nad pirenoidami u skrętnicy były prowadzone za życia, ale nie miały charakteru obserwacyj ciągłych, to znaczy prowadzonych przez dłuższy okres czasu nad tą samą komórką glonu; to samo dotyczy badań C h m i e l e w s k i e g o (1897, 1904). Dopiero u K o l k w i t z a (1899) znajdujemy opis obserwacji dłuższej. Autor umieszczał nitkę skrętnicy długości 1—2 mm. w kropli wody pod szkiełkiem przykrywkowem; preparat w czasie wolnym od obserwacyj, spoczywał w szalce P e t r i e g o pod kloszem. K o l k w i t z opisuje, że nitka glonu żyła w tych warunkach około 2 tygodni. Komórkę badaną autor rozpoznawał po tem, że obie sąsiadujące z nią komórki obumarły. O wzroście chromatoforu wnosił K o l k w i t z z przesuwania się pirenoidów, przyczem trudność stanowił obrót nici, dzięki któremu pirenoidy obserwowane przechodziły na stronę spodnią, a wynurzały się nowe, przez autora nienotowane.

C z u r d a w swej pracy z r. 1928 zaznacza tylko, że prowadził badania za życia na materjale, hodowanym w pożywce płynnej; nie wyjaśnia jednak, jak te kultury były prowadzone i czy autor przez dłuższy czas śledził tę samą komórkę. Obserwacja komórki glonu, rosnącego na agarze, dawała złe wyniki ze względu na gromadzenie się zbyt wielkich ilości skrobi w plastydzie, służyła ona zatem autorowi tylko do potwierdzenia wyników, uzyskanych na podstawie obserwacyj materjału, hodowanego w wodzie.

W badaniach moich zastosowałem metodę, zbliżoną do metody K o l k w i t z a, która po wprowadzeniu pewnych uzupełnień czyniła zadość stawianym wymaganiom.

Do obserwacyj używałem materjału, świeżo przywiezionego z naturalnego stanowiska, względnie przechowywanego przez jeden, a najwyżej kilka dni w płaskiem naczyniu [1]).

---

[1]) Wprawdzie udawało mi się przechowywać i dłużej skrętnicę, hodując ją w niewielkiem płaskiem naczyniu z wodą i w nieobecności gazu świetlnego, który jak wykazał W ó y c i c k i (1907) bardzo szkodliwie wpływa na glony, ale po pewnym czasie zawsze występowały pewne objawy patologiczne (nadmiar skrobi, lub jej brak zupełny, słabe zabarwienie chromatoforu, jego spłaszczenie i t. d.). Ponieważ zaś tworzenie się pirenoidów występuje w większej liczbie tylko na materjale intensywnie rosnącym, przeto do badań tego rodzaju, najodpowiedniejszy jest materjał, świeżo przywieziony ze zbiornika, w którym glon w naturze występuje. Zresztą, i w obrębie takiego materjału należy prowadzić selekcję i wybierać tylko taki, który po mikroskopowej kontroli okazuje cechy zdrowia i dobrej wegetacji.

Nić długości około 1 cm. umieszczana była w kropli wiszącej, zawierającej wodę z naturalnego środowiska, lub studzienną. Preparat, zaklejony wazeliną, przechowywany był jeszcze dla zmniejszenia parowania w szalce Petriego. Wodę, w której znajdowała się badana nitka, co kilka dni ostrożnie zmieniałem, poczem znowu preparat był zaklejany. Temperatura w czasie badań wynosiła wiosną i na jesieni 12—15^0, w lecie dochodziła w dzień do 20^0 C.

Do obserwacji wybierałem określoną komórkę nici, leżącą w pobliżu jednego z jej końców; komórkę tę odnajdywałem zawsze, wiedząc, które z kolei miejsce zajmuje ona od szczytu. O ile nić rosła intensywnie i zachodziły w niej podziały, komórka badana oddalała się od końca i jej liczba porządkowa zwiększała się; prowadząc jednakże obserwację ciągłą, przy kontroli conajmniej dwukrotnej w ciągu doby, mogłem zawsze obserwowany poprzednio teren odnaleźć.

Zarówno Czurda (1928), jak i Kolkwitz (1899), uskarżali się, na obrót nici, utrudniający dłuższą obserwację tego samego pirenoidu. W kropli wiszącej zjawisko to występuje jeszcze w większym stopniu. Jeżeli uwzględnimy nadto interkalarny wzrost plastydu, powodujący przesuwanie się pirenoidów, to będzie oczywistem, że w badaniach tego rodzaju nie można ograniczyć się do pirenoidów, leżących na odcinkach spirali, zwróconych do oka obserwatora, lecz należy uwzględniać wszystkie pirenoidy. U skrętnic o chloroplaście nieznacznie wklęsłym zaobserwowanie i zanotowanie wszystkich pirenoidów, znajdujących się w danej komórce, dawało się względnie łatwo przeprowadzić. Pirenoidy te były numerowane w określonym porządku i dzięki temu mogły być śledzone w ciągu całego życia komórki i nawet dalej — w komórkach pochodnych. Młode pirenoidy, świeżo powstałe, były notowane w miarę tego, jak się zjawiały; o ile komórka była przeglądana dostatecznie często, można było je zawsze rozpoznać po ich wielkości. Pewne trudności nastręczały pirenoidy, położone na „zakręcie", to znaczy w miejscu, gdzie wstęga tworzy największy kąt z płaszczyzną przekroju optycznego; o ile zachodziły wątpliwości co do obecności, względnie liczby pirenoidów w takiem miejscu, to można było przez wstrząśnienie kropli spowodować obrót nici i przesunięcie się obrazu.

Obecność skrobi dokoła pirenoidów zarówno dorosłych, jak i młodych, stwierdzałem zapomocą jodu w jodku potasu, lub jodu z wodanem chloralu. Dobre wyniki dla wykrycia drobnych ziarenek

daje utrwalenie komórki parami kwasu octowego, a następnie zabarwienie jodem.

Ze względu na to, że objekt znajdował się w kropli wiszącej, do obserwacyj używałem objektywów o stosunkowo dużej odległości przedmiotu od soczewki, a mianowicie: „D“ Zeissa i imersję „$^1/_7$“ tejże firmy. Okular zato stosowałem silniejszy: „15 K“ Zeissa. Próbowałem również oglądać nici, zawierające młode pirenoidy, w ciemnem polu, jednakże, jak dotychczas, nie uzyskałem tą drogą możności lepszego wejrzenia w strukturę badanych utworów.

Dla potwierdzenia niektórych wyników badań za życia użyłem materjału utrwalonego: glon bezpośrednio z naturalnego stanowiska utrwalany był 0,5% kwasem osmowym [1]), następnie barwiony hematoksyliną. Preparaty oglądane były przez objektyw „$^1/_{12}$“ Zeissa i okular „15K“.

WYNIKI BADAŃ.

1. OGÓLNE OBSERWACJE NAD WZROSTEM NICI.

Nie ulega wątpliwości, że przy stosowaniu podanej wyżej metody badań nici glonu nie znajdowały się, ogólnie mówiąc, w warunkach, sprzyjających ich rozwojowi na dłuższą metę, czego dowodem jest to, że wszystkie po mniej lub więcej długim okresie życia i wzrostu w kropli wiszącej ulegały degeneracji i zamierały. Wzrost ten jednakże był w zupełności dostateczny do tego, ażeby móc poczynić spostrzeżenia, które stanowiły zadanie niniejszej pracy.

Na ogólną liczbę kultur, przekraczającą 100, conajmniej połowa nie udała się zupełnie, to znaczy, że nici nie ujawniały wcale wzrostu, lub też bardzo niewielki i po upływie jednego lub dwóch dni obumierały. W innych wypadkach nici żyły dłużej do 10 dni i więcej, rosnąc i dzieląc się. Kultura z lipca 1930 r. dała wyniki niespodziewanie dobre: udało się mianowicie w przeciągu 12 dni uzyskać tak intensywny rozwój, że z obserwowanych komórek każda uległa szeregowi podziałów, aż do czwartej lub piątej gene-

1) Wprawdzie kwas osmowy, jak to zauważa Czurda (1928), powoduje pęcznienie skrobi, utrwala on jednak najlepiej plastyd, podczas gdy zalecany przez Czurdę alkohol powoduje daleko idącą deformację chromatoforu.

racji. W ten sposób 4 obserwowane komórki dały 32, nie licząc kilku obumarłych, przyczem podziały najczęściej występowały w pierwszym tygodniu obserwacji, powtarzając się co 2 lub 3 dni. Na ten wypadek zwracam uwagę dlatego, że o ile mi wiadomo, możność śledzenia pod mikroskopem rozmnażania się komórek skrętnicy aż do piątej generacji nie była dotychczas notowana. W zestawieniu z wynikami K o l k w i t z a (1899), stwierdzić mogę, że uzyskałem lepszy wzrost skrętnicy, co tłumaczę sobie zarówno użyciem kropli wiszącej, przez co uniknąłem nacisku szkiełka na nić glonu, jak również tem, że obserwowałem zespół komórek zdrowych, podczas gdy wymieniony autor obserwował komórkę, otoczoną dwiema komórkami obumarłemi.

Opisując kulturę skrętnicy w kropli wiszącej, jeszcze na jedną, bardzo charakterystyczną okoliczność pragnę zwrócić uwagę, a mianowicie na pewne zjawiska patologiczne, występujące niemal zawsze po dłuższym czasie wzrostu nici w kropli wiszącej. Oto chloroplasty poszczególnych komórek stają się blade, bardziej płaskie niż normalne, a wskutek tego napozór szersze [1]), powłoki skrobiowe pirenoidów nadmiernie grubieją, a na całym terenie chromatoforu występują błyszczące ziarna, dające z jodem charakterystyczną reakcję na skrobię. Równocześnie chloroplast, stanowiący dotychczas prawidłową spiralę, zaczyna się układać nieregularnie, dając odcinki równoległe do osi komórki i do niej prostopadłe. Pomimo tych objawów — rzecz niezmiernie charakterystyczna — plastyd rośnie jeszcze przez pewien czas i tworzy pirenoidy. Wskutek wzrostu plastydu i jego nieprawidłowego układu zdarza się często, że staje się on za długi i wtedy zagina się, dając odcinek przeplatający się z pierwotną spiralą, co stwarza pozór występowania dwóch wstęg w komórce. W niektórych wypadkach, o ile ta degeneracja nie była zbyt daleko posunięta, udawało mi się przez zmianę środowiska spowodować powrót chloroplastu do normalnego układu. W późniejszych stadjach tych stanów patologicznych wzrost wstrzymuje się, ale komórka jeszcze długo pozostaje przy życiu.

Drugi typ degeneracji stanowią zjawiska, występujące w niciach, które od chwili umieszczenia w kropli wiszącej nie ujawnia-

---

[1]) Chloroplast u skrętnicy jest, jak wiemy, rynienką, mającą na przekroju kształt rozwartej litery „V"; kiedy ta rynienka staje się płytsza, plastyd wydaje się szerszy. Na tem przeważnie polegają zmiany szerokości chloroplastu.

ją żadnego wzrostu. Obserwowałem wtedy opisywane już przez K o l k w i t z a (1899) kurczenie się plastydu, połączone ze zwijaniem się bocznych jego wypustków, często zanik skrobi, a bezpośrednio przed śmiercią — i plazmolizę.

Zjawiska wytwarzania przez komórki glonu bocznych wyrostków, opisanego dla *Spirogyra* przez W ó y c i c k i e g o (1907) i K ü s t e r a (1925), a dla *Mougeotia* przez P a s c h e r a (1907) w kulturach moich nie znajdowałem, nie obserwowałem również rozgałęzień chloroplastu, podawanych przez P a s c h e r a (1907), i K a s a n o w s k y' e g o (1913) i K ü s t e r a (1921), jednakże przytoczone w niniejszej pracy zjawiska nieprawidłowego układu plastydu, a następnie powrotu do stanu normalnego potwierdzają wnioski tego ostatniego autora o półpłynnej konsystencji chromatoforu. O zwiększaniu się nadmiernem ilości skrobi w komórkach skrętnicy pisał C z u r d a (1928), jednakże nie wspomniał wcale o nieprawidłowym układzie plastydu. W niektórych kulturach miałem możność stwierdzić opisane przez C h o l n o k y' e g o (1931) przerywanie się plastydu. Wspomniany badacz obserwował takie zjawiska w niciach, zaciemnianych przez pewną część dnia; w moich obserwacjach występowały one w kulturach, normalnie oświetlanych.

II. WZROST PLASTYDU.

W moich badaniach nad wzrostem plastydu [1]) chodziło mi o rozstrzygnięcie dwóch zagadnień: jak prędko rośnie chromatofor i jak ten wzrost rozmieszczony jest na jego terenie. O ścisłych pomiarach mówić tutaj trudno, gdyż chloroplast jest spiralą, której długość zależy nietylko od ilości obiegów i od przekroju spirali, ale i od odległości obiegów od siebie; uwzględniając nadto niewszędzie jednakowy charakter tej spirali (w środkowej części komórki

---

[1]) Mam na myśli wzrost chloroplastu na długość; na szerokość plastyd normalnie nie rośnie; o zmianach, jakie w tej szerokości zachodzić mogą — por. uwagę na stron. 8. Nie było mojem zadaniem mierzenie wzrostu na długość całej komórki, ograniczę się więc do stwierdzenia, że normalnie wzrostowi plastydu odpowiada wzrost komórki w ten sposób, że gęstość spirali nie ulega zmianie. Odstępstwa spotykamy w komórkach końcowych nici, które, jak to już zauważył K o l k w i t z (1899), posiadają spiralę luźną; z drugiej strony po dłuższej kulturze w kropli wiszącej zachodzi dość często znaczny wzrost chromatoforu, przyczem jednak komórka słabo rośnie i nie dzieli się. W tych ostatnich wypadkach obserwowałem komórki o gęsto ułożonej, do 15-u obiegów liczącej spirali.

obiegi są zazwyczaj gęściej ułożone) zrozumiemy, że matematyczne ujęcie tych wielkości byłoby dość skomplikowane. Podane niżej obliczenia mają charakter przybliżony i oparte są tylko na liczeniu obiegów, przyczem przyrost względny podawany jest w procentach [2]). O wzroście poszczególnych części plastydu wnosiłem podobnie, jak Kolkwitz, z przesuwania się pirenoidów i ze zwiększenia się odległości między niemi.

Już najbardziej powierzchowne obserwacje pozwalają stwierdzić, że wzrost chloroplastu u skrętnicy — zgodnie z danemi Kolkwitza (1899) i Czurdy(1928) — jest interkalarny. Plastyd rośnie na całej swej długości, skutkiem czego po pewnym czasie można stwierdzić zwiększenie się odległości między każdą dowolnie obraną parą pirenoidów. Szybkość tego wzrostu bywa bardzo różna zależnie od stanu glonu w warunkach danej kultury. O ile wzrost jest intensywny, to daje się on już stwierdzić po kilku godzinach. Najszybszy obserwowany wzrost wyniósł 70% w ciągu 14 godzin; tak silny jednakże zachodził tylko w specjalnych okolicznościach i w stosunkowo niedługim przeciągu czasu. Przeciętnie, nawet dobrze wegetujące nici, ujawniające w trakcie kultury podziały komórek, wykazują przyrost plastydu 20—30% na dobę. Czurda (1929) podaje, że w ciągu 24 godzin następuje wzrost plastydu do podwójnej długości; jakkolwiek w moich kulturach podwojenia w ciągu doby nie widziałem, to jednak w krótszych okresach czasu obserwowałem wzrost równie intensywny (patrz wyż.) Kolkwitz, który jak już zaznaczyłem, obserwował komórki, znajdujące się w niekorzystnych warunkach, stwierdził wzrost znacznie słabszy za 5 dób z 4,25 obiegów do 12, co daje w przybliżeniu około 8% na dobę.

Najsilniejszy wzrost daje się obserwować w pierwszych dniach kultury, w dalszym ciągu staje się on słabszy, spadając do kilku procent i do zera w ostatnich, kiedy komórki ujawniają już daleko idące zmiany patologiczne.

Wielki wpływ na wzrost komórki i jej plastydu wywiera podział. W nocy po podziale wzrost chloroplastu w komórkach potomnych jest kilkakrotnie szybszy, niż w dalszym ciągu ich życia; pewne niewielkie wzmożenie wzrostu daje się zazwyczaj zauważyć już w komórce macierzystej przed podziałem.

---

[2]) Procent ten oznacza, jaką część pierwotnej liczby obiegów stanowi przyrost.

Dla ilustracji powyższych twierdzeń przytaczam kilka przykładów historji wzrostu plastydu. Wszędzie widoczne jest znaczne wzmożenie po podziale:

1. (Obserwacja, rozpoczęta dn. 12 lipca 1930 r.). Przyrost względny długości plastydu badanej komórki wynosił kolejno: 25% na dobę, 6% w ciągu 12 godzin dnia, 6% za 12 godzin nocy, 8% za 12 godzin dnia; poczem nastąpił podział i w jednej z potomnych komórek, obserwowanych w dalszym ciągu, przyrost wyniósł w ciągu nocy po podziale 60%, poczem na doby kolejno: 7%, 6%. 0%.

2. (Obserwacja, rozpoczęta dn. 16 lipca 1930 r.). Przyrost chloroplastu wyniósł: 12% na dobę, 15% na dobę, 5% na dobę, 4% w ciągu 12 godzin dnia przed podziałem, poczem po podziale w jednej z komórek potomnych za 12-godzinny okres nocy 18%(!), następnie na dobę — 10%, na dwie doby — 10% i t. d.

3. (Obserwacja, rozpoczęta dn. 15 lipca 1930 r.). W ciągu nocy po podziale przyrost plastydu wynosi 40%(!), następnie na doby kolejno: 25%, 12%, 8%, 1%, 4%, 4%, — poczem komórka podzieliła się.

4. (Obserwacja, rozpoczęta dn. 13 lipca 1930 r.). Przyrost względny chromatoforu wynosi kolejno: 14% w ciągu 12 godzin dnia, 16% w ciągu nocy, 20% na dobę, 25% na dobę, 15% w ciągu 12 godzin dnia przed podziałem, — a w komórkach potomnych po podziale: w jednej 30%(!) w trakcie nocy, następnie 10% na dobę i t. d.; w drugiej w nocy po podziale 40%(!), podczas następnej doby — 10% i t. d.

Żadnych istotnych różnic pomiędzy szybkością wzrostu chloroplastu w dzień i w nocy poza wypadkami podziału komórki, obserwacje moje nie wykazały.

W dalszym ciągu chodziło mi o zbadanie słuszności zdania Kolkwitza (1899) o większej intensywności interkalarnego wzrostu chromatoforu w jego częściach końcowych, aniżeli w środkowych (pag. 282). W tym celu obliczałem w okresie kilkudniowym przyrost względny odcinka plastydu, zawartego między pewnym określonym pirenoidem, np. drugim, czy trzecim z rzędu, a końcem chromatoforu, i porównywałem ten przyrost z przyrostem długości całego plastydu oraz z przyrostem pewnego wybranego odcinka środkowego. W wyniku otrzymywałem dość często pewną przewagę odcinka końcowego; ponieważ jednak różnice te występowały niezawsze i nie były dostatecznie wyraźne, a z drugiej strony ponieważ w obliczeniu przyrostu względnego niewielkiego odcinka plastydu mogą zajść dość znaczne błędy, przeto na podstawie posiadanych liczb trudno było wnosić o większem natężeniu wzrostu plastydu w jego częściach końcowych. Dodam wreszcie, że wogóle w interkalarnym wzroście chloroplastu u skrętnicy za-

chodzą pewne nieregularności: poszczególne jego części rosną nierównomiernie, a nieraz wzrost zlokalizowany jest tylko z jednej strony.

III. TWORZENIE SIĘ PIRENOIDÓW.

Zagadnienie tworzenia się pirenoidów u skrętnicy było, jak to zaznaczyłem wyżej, bardzo różnie rozwiązywane przez różnych badaczów, przyjmujących bądź tworzenie się, bądź podział, bądź jedno i drugie. Moje obserwacje wykazały, że w warunkach, w jakich prowadziłem kultury glonów, pirenoidy u skrętnicy mnożą się drogą tworzenia się. Zgodnie z opinją C z u r d y (1928) w miarę interkalarnego wzrostu plastydu pirenoidy odsuwają się od siebie, a między niemi zakładają się nowe.

a) Spostrzeżenia, dotyczące pory tworzenia się i liczby wytworzonych pirenoidów.

Zagadnienie pory tworzenia się nowych pirenoidów było pierwszem zagadnieniem, które starałem się w mej pracy rozstrzygnąć. Już przy dwukrotnej w ciągu doby kontroli nici, a mianowicie rano około godziny 10-ej i wieczorem około 8-ej, daje się z łatwością zauważyć, że znacznie więcej młodych pirenoidów występuje rano, aniżeli wieczorem. Według obliczeń dokonanych na 352 pirenoidach, 84% zostały skonstatowane rano, a tylko 16% wieczorem. Jeżeli uwzględnimy przytem, że często pirenoidy, powstałe rano, mogą być niezauważone wskutek ich niewielkich rozmiarów i położenia na „zakręcie" wstęgi, lub na jej spodniej stronie, to okaże się, że odsetek pirenoidów, rzeczywiście powstałych w dzień, jest znacznie mniejszy. Tylko w kilku wypadkach udało mi się niewątpliwie stwierdzić wytworzenie się pirenoidu między 11-ą a 15-ą, a nawet między 15-ą a 20-ą.

Rozumie się, że stwierdzenie obecności młodych pirenoidów w godzinach rannych nie dowodzi jeszcze, że owe pirenoidy tego samego dnia zostały wytworzone, pozostaje bowiem możliwość powstania ich w nocy. Ażeby tę możliwość wykluczyć kontrolowałem badaną komórkę bardzo wcześnie (pomiędzy 6-ą a 7-ą rano) i przekonałem się, że młodych pirenoidów nie było; zjawiały się one dopiero później. Ponieważ ani w jednej z moich obserwacyj nie stwierdziłem wytworzenia się pirenoidu w nocy, sądzę, że jestem w prawie przypuszczać, iż wymienione wyżej conajmniej 84% ogólnej liczby pirenoidów powstały w godzinach rannych. (pomiędzy godz. 7-ą a 12-ą).

O porze tworzenia się pirenoidów daje pojęcie tabela I-a, zestawiająca wyniki niektórych obserwacyj.

TABELA I.

Rubryka I-a oznacza godzinę pierwszej kontroli, przy której nie stwierdziłem w komórce młodych pirenoidów; II-a — oznacza godzinę, o której młode pirenoidy już były, III-a — ilość zaobserwowanych pirenoidów. Liczby pirenoidów, powstałych w godzinach dziennych, są drukowane kursywą.

I	II	III
Godz. I ej kontr.	Godz. II-ej kontr.	Liczba pirenoidów
5.30	11	3
5.30	10	1
7	9 35	10
11	15	*3*
12	21	*3*
0	10	5
7.30	9	12
8	11.30	5
9	11.30	5
8.30	9.30	4
11	21	1
12	15	*1*
7.40	9	3
7.30	9	2
8	10	*2*
8	11	6

Tabela I-a daje także pojęcie o liczbie tworzących się pirenoidów. Liczba ta w niektórych wypadkach, dorównywa niemal liczbie poprzednio istniejących (w komórce liczącej poprzednio 15 pirenoidów powstało 12 nowych!). Takie jednakże bardzo liczne tworzenie się pirenoidów występuje rzadko. Naogół w komórce dobrze wegetującej liczba nowowytworzonych pirenoidów w ciągu jednego rana (pomiędzy godziną 7-ą a 12-ą) stanowi od ¼ do ½ liczby poprzednio istniejących.

W komórkach, znajdujących się w gorszym stanie i ujawniających słabszy wzrost, powstaje tylko jeden lub dwa pirenoidy, a nieraz wcale się one nie tworzą.

Uzyskane wyniki potwierdzają wnioski Czurdy (1928 pag. 167) o tem, że pirenoidy tworzą się przeważnie w godzinach przedpołudniowych. Autor ten jednak dalej pisze, że o dowolnej

porze dnia może znaleźć wszystkie przejścia od najmniejszych pirenoidów, zaledwie widocznych, do zupełnie dorosłych. Ta ostatnia opinja autora pozostaje w sprzeczności ze zdaniem wyżej przytoczonem; moje spostrzeżenia również jej nie potwierdzają.

Obserwując proces tworzenia się pirenoidów u skrętnicy, zastanawiałem się nad związkiem tego procesu ze zjawiskami wzrostu plastydu; badałem mianowicie, jak zachowuje się w wypadkach różnej szybkości wzrostu nici, stosunek liczby pirenoidów do długości chromatoforu. Już z poprzednio podanych faktów, dotyczących pory tworzenia się pirenoidów, wynika, że stosunek ten w ciągu doby nie może być stały, chloroplast bowiem rośnie ciągle, a pirenoidy tworzą się tylko w godzinach rannych. Abstrahując wszakże od zmian stosunku, spowodowanych porą obserwacji, i operując całemi dobami, nie możemy również stwierdzić, ażeby zawsze zwiększaniu się długości chromatoforu towarzyszyło odpowiednie zwiększenie się liczby pirenoidów. Przeciwnie, niejednokrotnie obserwowałem silny wzrost plastydu, któremu odpowiadało tylko nieznaczne pomnożenie się liczby pirenoidów, lub też wcale one się nie tworzyły; w innych wypadkach zachodziło liczne tworzenie się pirenoidów na terenie plastydu, rosnącego stosunkowo słabo.

Stosunki powyższe ilustruje tabela II.

TABELA II.

Rubryka I-a oznacza datę obserwacji, II-a — godzinę, III-a — długość plastydu (liczbę obiegów), IV-a — przyrost względny długości plastydu w stosunku do stanu z poprzedniej obserwacji, V-a — liczbę pirenoidów, wytworzonych przez ten okres czasu.

I	II	III	IV	V
Data	Godzina	Liczba obieg.	Przyrost wzgl	Liczba pir.
12/7.1930	11	2,9		
13/7 „	12	3,6	24%	3
14/7 „	11	4,3	20%	3
15/7 „	12	4,7	6%	7
15/7.30	21	2,25		
16/7 „	11	3,75	12%	4
17/7 „	13	4,15	67%	2
18/7 „	12	4,8	17%	3
19/7 „	10	4,85	1%	2

Rzecz jednak bardzo charakterystyczna, że wahania w stosunku liczby pirenoidów do długości plastydu z biegiem czasu wzajemnie kompensują się, to znaczy, że o ile np. zachodzi intensywny wzrost plastydu w pewnym okresie czasu, któremu nie towarzyszy

odpowiednie zwiększenie się liczby pirenoidów, to w dalszem życiu tej komórki tworzą się młode pirenoidy w większej ilości, aniżeli ta, której należałoby się spodziewać ze względu na wzrost chromatoforu; i naodwrót, pirenoidów często wytwarza się więcej, niżby to odpowiadało wzrostowi plastydu, ale następnie, wskutek wzrostu chromatoforu i niewielkiego mnożenia się pirenoidów, proporcja zostaje zachowana. Dzięki temu, jeżeli obserwować przez dłuższy czas pewną komórkę i dalsze generacje jej pochodnych, to można stwierdzić, że pomimo wahań gęstość rozłożenia pirenoidów na chloroplaście po dłuższym czasie nie ulega znaczniejszym zmianom (Tabela III). W pierwszych dniach kultury wzrost jest silny i wahania w stosunku liczby pirenoidów do długości plastydu są bardzo wielkie, szczególnie w okresie podziałów komórkowych, później jednakże, kiedy wzrost słabnie, wahania stają się mniejsze i po dłuższym czasie stosunek zbliża się do pierwotnej wartości.

TABELA III

Tabela przedstawia stosunek liczby pirenoidów do liczby obiegów chloroplastu (a więc liczbę pirenoidów, przypadającą średnio na jeden obieg) w 3 szeregach komórek; w każdym szeregu umieszczone są komórki kolejno pochodzące od siebie. I-a rubryka oznacza numer komórki, II-a — datę, III-a — godzinę, IV-a — ilość obiegów chloroplastu, V-a — liczbę pirenoidów, VI-a — badany stosunek.

Szereg I					
I	II	III	IV	V	VI
Nr. Kom.	Data	Godzina	Licz. obieg.	Liczba pirenoidów	Stosunek
2	9/7	21	3.2	14	4.36
3	12/7	11	2.8	7	2.5
3	15/7	10	4.85	28	5.76
3A	15/7	20	2.75	13	4.72
3A	18/7	8	5.0	22	4.4
3A1	19/7	11	2.45	12	4,92
3A1	24/7	20	4.0	20	5

Szereg II					
I	II	III	IV	V	VI
Nr. Kom.	Data	Godzina	Licz. obieg.	Liczba pirenoidów	Stosunek
4	9/7	21	2 85	13	4.56
4	12/7	11	4.4	17	3.88
8	13/7	11	2.85	11	3.86
8	15/7	12	4.1	21	5 08
8A	16/7	11^{30}	3.25	15	4.6
8A	19/7	9	4.3	20	4 64
8AII	19/7	20	2	9	4.5
8AII	24/7	9	3.35	16	4.78

Szereg III					
I	II	III	IV	V	VI
Nr. Kom.	Data	Godzina	Licz. obieg.	Liczba pirenoidów	Stosunek
6	8/7	21	2.6	13	5
6	11/7	16	5 35	17	3 18
11	12/7	11	2.95	10	3.52
11	15/7	12	4.85	22	4.36
11A	15/7	21	2.25	9	4
11A	19/7	20	4.85	23	4.8

Jeżeli przejdziemy teraz z kolei do obserwacyj nad nićmi o słabszym wzroście, ale jeszcze ujawniającemi podziały komórkowe, to i tu będziemy mogli się przekonać, że biorąc rzecz globalnie, wzrostowi plastydu odpowiada tworzenie się pirenoidów w takiej liczbie, że stosunek nie ulega znaczniejszym zmianom.

W obserwacji np. rozpoczętej dn. 8 czerwca 1931 r., komórka posiadała o godz. 8-ej rano 4 obiegi plastydu i 17 pirenoidów, co daje stosunek 4,24; dn. 9 czerwca wieczorem stosunek wynosił 4,66 (24 pirenoidy do 15,1 obiegów). Tego wieczoru komórka podzieliła się i jedna z potomnych miała nazajutrz rano 3,1 obiegów plastydu i 17 pirenoidów, stosunek był duży i wynosił 5,48, w dalszym ciągu jednak nastąpiła kompensacja i 12 czerwca wieczorem stosunek liczby pirenoidów — 18 do liczby obiegów plastydu — 4,25 był 4,22.

W wypadkach jeszcze słabszego wzrostu, gdy nić nie ujawniała podziałów w kropli wiszącej, można było czasami przekonać się, że plastyd ujawnia wzrost, a nowe pirenoidy nie tworzą się. Jednakże w takich wypadkach wzrost był bardzo słaby i krótkotrwały i przyrost względny nie przekraczał nigdy 10—15%. O ile zachodził wzrost silniejszy, to zawsze wcześniej czy później występował proces tworzenia się pirenoidów tak, że zmniejszenie badanego stosunku było nieznaczne. W obserwacji, rozpoczętej w dn. 28 maja 1931 r., komórka miała o godz. 9-ej 4,25 obiegów plastydu i 24 pirenoidów, po upływie 9 dni — 7 obiegów (wzrost bardzo słaby!) i 24 pirenoidów. Stosunek zmniejszył się tylko z 5.68 na 5,42.

Wnioski moje o związku procesu tworzenia się pirenoidów ze wzrostem plastydu odbiegają nieco od zapatrywań C z u r d y (1928,29). Autor rzeczony wyróżnił dwie fazy rozwoju materjału: progresywną, w której zachodzą podziały komórek, wzrost chromatoforu i tworzenie się pirenoidów, oraz regresywną, w której

plastyd wprawdzie rośnie, ale ani podziały komórek nie zachodzą, ani pirenoidy nie tworzą się. Moje obserwacje natomiast pozwoliły mi na stwierdzenie we wszystkich wypadkach zależności tworzenia się pirenoidów od wzrostu plastydu, a raczej pewnej równowagi pomiędzy temi procesami: przy intensywnym wzroście nici i występowaniu podziałów komórkowych, plastyd rośnie silnie i tworzy dużo pirenoidów; o ile nić, znajdująca się w kropli wiszącej, rośnie gorzej i komórki jej nie dzielą się, wzrost chromatoforu jest słabszy i pirenoidów tworzy się mało; w pewnych wypadkach nowe pirenoidy wcale nie zawiązują się, ale wtedy i wzrost chromatoforu jest bardzo nieznaczny[1]).

Stwierdzone przeze mnie zwiększenie się wzrostu plastydu w nocy po podziale tłumaczy już dostatecznie związek podziału komórkowego z procesem tworzenia się pirenoidów: albo przed podziałem w komórce macierzystej, albo po podziale w komórkach potomnych musi zajść tworzenie się pirenoidów w większej liczbie. W obserwacji z dn. 15 lipca 1930 r. tego samego rana nastąpiło we wszystkich obserwowanych komórkach nici masowe tworzenie pirenoidów, wieczorem zaś wszystkie te komórki uległy podziałowi, a przez noc znacznie urosły. Taka kolejność tych procesów nie jest bynajmniej regułą, gdyż częściej tworzenie pirenoidów w zwiększonej liczbie zachodzi nazajutrz po podziale; w niektórych wypadkach równowaga zostaje przywrócona dopiero po kilku dniach. Co do rozmieszczenia procesu tworzenia się pirenoidów na terenie plastydu, to nic ogólnego o niem powiedzieć nie można, młode pirenoidy zakładają się zarówno pomiędzy dawniej istniejącemi, jak też i na końcach plastydu, pojedyńczo lub rzadziej po dwa w niewielkiej odległości od siebie. Prawdopodobnie, pirenoidy wytwarzają się przedewszystkiem w tych miejscach chromatoforu, które bądź wskutek silniejszego, niż inne, wzrostu, bądź wskutek większego oddalenia pirenoidów od siebie, na większej przestrzeni są tych utworów pozbawione. Potwierdzenia jednak tego przypuszczenia mogłyby tylko dostarczyć szczegółowe obliczenia dłu-

---

[1]) Zaznaczyć winienem, że mówiąc o związku tworzenia się pirenoidów ze wzrostem chloroplastu, miałem na myśli zbieżność tych procesów, dającą się stwierdzić morfologicznie, abstrahowałem natomiast od charakteru ich fizjologicznej zależności. Chcąc bowiem sprawy te ująć z punktu widzenia fizjologicznego, należałoby uwzględnić nietylko liczbę pirenoidów, ale tak, jak to czynił Chmielewski (1904), ich masę, badać mianowicie stosunek sumy mas pirenoidów do mas pozostałych składników komórki.

gości poszczególnych części plastydu, czego w badaniach moich nie czyniłem.

b) Spostrzeżenia, dotyczące struktury młodych pirenoidów i ich wzrostu.

Najmniejsze obserwowane przeze mnie pirenoidy miały nieco powyżej 1 μ w średnicy, zresztą kształty ich były nieregularne, a poszczególne wymiary od siebie różne. Utwory te były naogół trudno dostrzegalne i wyróżnialne i tylko dalsza kilkugodzinna ich obserwacja pozwala uzyskać pewność, że są one rzeczywiście pirenoidami.

Najmłodsze pirenoidy posiadały już skrobię i odróżniały się od dorosłych następującemi cechami (ryc. 1, 2, 3, 4, 5):

1. Kształt ich był łącznie z powłoką skrobiową bardzo nieregularny, odbiegający znacznie od kulistego.
2. Powłoka ich składała się z niewielkiej liczby wyraźnie rozgraniczonych ziaren.
3. Ziarna powłoki były w stosunku do wielkości całego utworu względnie duże.

Szczególną uwagę poświęciłem ustaleniu liczby ziaren skrobi. We wczesnych stadjach granice między niemi są dobrze widoczne i liczba ich ze strony, zwróconej do oka obserwatora, wynosi 3—5. Najmniejsze pirenoidy posiadają zazwyczaj 3 (ryc. 1, 3, 5) rzadziej 4 ziarnka, liczbę 5 spotykałem już na pirenoidach, nieco większych. Ponieważ obserwowałem młode pirenoidy zarówno na odcinkach górnych spirali, jak i na dolnych, i obrazy widziałem podobne, przeto wnosić stąd mogę, że powłoka skrobiowa młodego pirenoidu składa się z kilku ziaren zarówno od strony, zwróconej do błony, jak i od strony światła komórki. Niewielka liczba ziaren skrobi warunkuje nieprawidłowy kształt całego utworu, przypominający często w obrazie mikroskopowym trójkąt (ryc. 1, 3, 5) lub wielokąt nieprawidłowy (ryc. 2, 4) o mniej lub więcej zaokrąglonych wierzchołkach. Podane wyżej określenie kształtu młodego pirenoidu łącznie z jego powłoką nie przesądza wcale sprawy kształtu jego centralnego ciała, którego granicy we wczesnych stadjach i przy użyciu stosunkowo słabych systemów optycznych, dostrzec nie mogłem.

Młody pirenoid rośnie początkowo bardzo szybko i dochodzi po kilku godzinach do 1,5 — 2 μ średnicy. Równocześnie ziarna jego powłoki zlewają się napozór w jednolitą warstwę i kształt ca-

łego utworu staje się mniej lub więcej parawidłowy kulisty. Często już po upływie jednej godziny zamiast nieforemnego utworu można znaleźć maleńki, ale zupełny typowy pirenoid. W wypadkach, w których początkowo obserwowany pirenoid, oglądany zgóry, miał 3 ziarna skrobi (ryc. 3), miałem możność w krótkim czasie stwierdzić występowanie 4 ziarenek (ryc. 4); w dalszym ciągu ziarenka owe zlały się napozór w jednolitą powłokę i wówczas wyróżnienie ich liczby stało się niezwykle trudne. Nazajutrz rano, kiedy — zgodnie z faktem, ustalonym przez C z u r d ę — poszczególne ziarenka powłoki były mniejsze i wyraźniej rozgraniczone od siebie, miałem możność przekonać się, że powłoka liczyła ich znacznie więcej. W ten sposób udało się ustalić, że nowozałożony pirenoid posiada początkowo kilka ziaren skrobi, poczem w miarę wzrostu liczba ta zwiększa się. Co do szybkości wzrostu całego utworu, to bywa ona różna. Liczby niżej podane mają wartość względną z powodu różnej wielkości pirenoidów dorosłych na danym materjale. W komórkach, w których pirenoidy dorosłe miały 4—5 μ w średnicy, młody po upływie pół doby wzrostu miał powyżej 2μ, po upływie 1½ doby dochodził do 3μ, po 3—4 dobach już przekraczał 4 μ i zbliżał się wielkością do dorosłych pirenoidów.

Uzyskane przeze mnie wyniki są pod pewnemi względami odmienne od podawanych w literaturze.

S c h m i t z wzmiankuje na str. 77 w swojej pracy z r. 1882 o występowaniu u skrętnicy bardzo małych nagich pirenoidów, podczas gdy obserwowane przeze mnie najmłodsze pirenoidy już posiadały powłokę. Młody pirenoid, pozbawiony skrobi, musiałby mieć średnicę nie przekraczającą 0,5 μ, być może więc, że prowadząc obserwacje przy pomocy słabych systemów optycznych, nie zdołałem tych tak drobnych utworów wyróżnić.

C z u r d a (1928) opisuje najmłodszy, zaledwie widoczny pirenoid, jako „utwór drobny, otoczony pierścieniem innych punktów“ (pag. 167), jednakże dalej (pag. 176) czyni wzmiankę, że skrobia tworzy się dokoła, „na krótko przedtem powstałego pirenoidu“ („an erst kurz vorher entstandenen Pyrenoiden“), z czego wynika, że autor przynajmniej przypuszcza istnienie wczesnych stadjów pirenoidów, kiedy nie posiadają one jeszcze powłoki. Cytowany wyżej opis młodego pirenoidu, podany przez C z u r d ę (1928), odbiega nieco od obrazów, obserwowanych przeze mnie jednakże rysunki autora (pag. 144) potwierdzają opinję, wyrażoną w niniejszej pracy. Na rys. 5f, g, pirenoidy mają stosunkowo

grubą powłokę, na rys. 5f. — niewielką liczbę ziaren skrobi. Spostrzeżenia autora o wzroście pirenoidów, który jest początkowo szybki, a potem wolniejszy, zostały potwierdzone przez podane wyżej obserwacje, jednakże zachodzi różnica w pojmowaniu wzrostu powłoki. C z u r d a przypuszcza mianowicie (pag. 177), że powłoka młodego pirenoidu liczy tyleż ziaren, co i dorosłego, i że w trakcie wzrostu nowe ziarna nie zakładają się; moje obserwacje tymczasem, oparte na badaniu wcześniejszych stadjów, pozwoliły na stwierdzenie wzrostu powłoki przez zakładanie się ziaren nowych. Zresztą, mówiąc o dalszym rozwoju pirenoidu w trakcie i po podziale jego, C z u r d a zmuszony jest również przyjąć (pag. 180) wzrost powłoki przez „Anlage neuer Stärkekörner".

Co do teorji B o u b i e r a (1899) o wyłanianiu się pirenoidów na terenie żeberka plastydu, nazwanego przez niego pirenodesmą, to do krytyki tych zapatrywań, podanej przez C h m i e l e w s k i e g o (1901), mogę dodać tyle, że u gatunków czy ras, posiadających żeberko, widziałem wyłanianie się nowych pirenoidów w końcowej części plastydu, gdzie tego żeberka zupełnie nie było.

c) Badanie materjału utrwalonego.

Dla potwierdzenia wyników, uzyskanych na drodze badań za życia, a dotyczących pory tworzenia się pirenoidów i struktury nowo wytworzonych, użyłem materjału, utrwalonego przy pomocy 0,5% kwasu osmowego. Glony bezpośrednio ze stanowiska naturalnego zostały utrwalone o różnych porach tego samego dnia (6 lipca 1931 r.). Po wybarwieniu hematoksyliną żelazową uzyskałem intensywne zabarwienie pirenoidów. Powłoka skrobiowa ich — zgodnie ze spostrzeżeniami C z u r d y (1928) — była silnie napęczniała, przytem pomiędzy tą powłoką, a silnie wybarwionem ciałkiem centralnem widoczna była jasna strefa, powstała wskutek skurczenia się tego ostatniego.

W materjale, utrwalonym w godzinach rannych a więc 7, 8, 8.45, 9.45, chloroplasty zawierały niezbyt liczne młode pirenoidy. Pirenoidy te posiadały bardzo niewielkie ciałka centralne, wybarwione na czarno przez hematoksylinę, i powłokę skrobiową w postaci szerokiego pierścienia. Średnica ich łącznie z powłoką dochodziła do 3 μ, zaś średnica ciałka centralnego do 1 μ. O występowaniu lub niewystępowaniu zupełnie młodych pirenoidów,

pozbawionych jesze powłoki, nic powiedzieć nie mogę; widziałem wprawdzie na plastydzie dosyć liczne nawet, wybarwione na czarno, ziarnistości, ale nie mogłem zdecydować, czy stanowią one młode pirenoidy, czy też jakieś inne utwory występujące w chromatoforze, lub w otaczającej go warstwie cytoplazmy.

Materjał, utrwalony o godz. 12-ej, zawierał liczne młode pirenoidy. Odróżniały się one od starszych nietyle wielkością całego utworu łącznie ze skrobią, co przedewszystkiem stosunkiem tej wielkości do rozmiarów ciałka centralnego. Pirenoidy dorosłe miały łącznie ze skrobią — 6 μ średnicy, a samo ciałko centralne 2,5 — 3 μ, młode z powłoką 3,3 — 4 μ, ich zaś ciałka centralne 0,7 — 1,2 μ wyjątkowo 1,5 μ. Jakkolwiek przy utrwalaniu glonu kwasem osmowym zachodzi, jak już wspomniałem, deformacja pirenoidu, polegająca na kurczeniu się ciałka centralnego a pęcznieniu skrobi, jednak zwraca uwagę — i to już przy powierzchownej obserwacji bez pomiarów, że powłoka skrobiowa na młodym pirenoidzie jest stosunkowo gruba.

W porcjach glonu, utrwalonych w godzinach 13—14-ej, znajdowałem młode pirenoidy o średnicy całego utworu 3—5 μ z powłoką, a ciałka centralnego od 1—1,3 μ. W materjale wieczornym, utrwalonym w godzinach 17—20-ej, najmniejsze pirenoidy wahały się od 4,4—5 μ z powłoką, ich zaś ciałka centralne od 1 — 1,6 μ; wyjątkowo znalazłem pirenoidy o średnicy ciałka centralnego 1 μ a nawet 0,8 μ.

Przytaczając powyższe dane, uzyskane na drodze badań materjału utrwalonego, muszę się zastrzec, że w pomiarach tego rodzaju zachodzić mogą nieścisłości wskutek nieprawidłowego kształtu utrwalonych pirenoidów, oraz niewyraźnego ograniczenia od zewnątrz powłoki skrobiowej (por. C z u r d a 1928). Ponadto, mimo to, że materjał czerpany był stale z tego samego miejsca rowu, przy badaniu okazało się, że pomiędzy poszczególnemi nićmi zachodziły znaczne różnice w liczbie młodych pirenoidów i w liczbie ziarn skrobi. Podane przeto wyżej wyniki, mogą służyć tylko jako względne potwierdzenie wniosków z moich obserwacyj za życia.

Co do wniosków P e t e r s c h i l k i (1922) o tworzeniu się pirenoidów u *Mougeotia* z mikrozomu (opartych na występowaniu w ciałku centralnem młodych pirenoidów po utrwaleniu ich kwasem osmowym i wybarwieniu hematoksyliną ziarna intensywniej barwiącego się) to zaznaczę, że w młodych pirenoidach u skrętnicy takich obrazów nie spotykałem. Natomiast w pirenoidach już wy-

kształconych zupełnie, utrwalonych kwasem osmowym, hematoksylina wyczerniała ziarnistości różnego kształtu, występujące w rozmaitej liczbie, robiące jednak wrażenie raczej artefaktów, wywołanych przez niejednostajne kurczenie się stromy. Przypuszczam, że obserwowane przez P e t e r s c h i l k ę ziarenka należały do tej samej kategorji utworów i dlatego wydaje mi się, że hipoteza tego autora o powstaniu pirenoidu z mikrozomu nie znajduje należytego uzasadnienia.

IV. ZAGADNIENIE PODZIAŁU PIRENOIDÓW.

Omawiając sprawę mnożenia się pirenoidów u skrętnicy, ograniczyłem się dotychczas do procesu ich tworzenia się, stanowiącego główny przedmiot niniejszej pracy. Obserwacje moje jednakże pozwoliły mi i na poczynienie pewnych spostrzeżeń, związanych z zagadnieniem podziału pirenoidów.

Pirenoidy dzielące się spotykałem w każdej niemal nici skrętnicy, przyczem widziałem figury, odpowiadające wszystkim stadjom podziałowym, poczynając od pirenoidu nieznacznie tylko wydłużonego w kierunku osi chromatoforu, aż do układu, złożonego z 2-ch niezależnych pirenoidów, przylegających do siebie. Obserwując jednak takie stadja podziałowe przez dłuższy czas, nie mogłem skonstatować dostrzegalnej zmiany w ich kształcie. Komórki uległy już nieraz podziałowi, lub nawet szeregowi podziałów, a pirenoid dzielący się pozostał takim, jakim go widziałem na początku. W zgórą 500 wypadkach stwierdziłem wytworzenie się pirenoidu, w ani jednym nie widziałem, aby pirenoid podzielił się!

Zachodziło wobec tego pytanie, czy pirenoidy u skrętnicy są wogóle zdolne do podziału, czy zaś figury podziałowe nie są, jak to przypuszczali M e y e r (1863, 1920) i S c h i m p e r (1885), tylko skutkiem powstania obok siebie i zrośnięcia się dwóch niezależnych pirenoidów, tembardziej, że o ile wiadomo, żadnemu z badaczów nie udało się prześledzić za życia na jednym i tym samym pirenoidzie całego przebiegu omawianego procesu. Nawet C z u r d a (1928), podając rysunki kolejnych stadjów podziału (pag. 168), zaznacza, że pochodzą one z różnych pirenoidów.

Dlatego jednak, aby móc uznać pogląd M e y e r a (1883) i S c h i m p e r a (1883) za słuszny, należało stwierdzić za życia powstanie pirenoidów podwójnych i to mianowicie o wszystkich kształtach, pośrednich pomiędzy pojedyńczym pirenoidem, a parą

niezależnych utworów. Otóż poszukiwania moje w tym kierunku dały dotychczas wyniki bardzo szczupłe: mianowicie, tylko w dwóch wypadkach skonstatowałem wytworzenie się układu, złożonego z dwóch pirenoidów, przylegających do siebie (ryc. 8). Wytworzenia się figur, odpowiadających innym stadjom podziałowym, nigdy nie widziałem, przeciwnie, porównując kształty pirenoidów różnej wielkości, miałem możność zauważyć, że drobne i średniej wielkości były na przekroju optycznym okrągłe, podczas gdy największe zawsze w kierunku osi plastydu wydłużone, na przekroju eliptyczne.

Jak dotychczas więc zmuszony jestem przyjąć, że poza odosobnionemi wypadkami, w których układ 2-ch przylegających do siebie pirenoidów może się wytworzyć, wszystkie inne figury podwójne są istotnie stadjami podziału. Pozostaje jednak do wyjaśnienia ich pozorna przynajmniej niezmienność w czasie. Ażeby tę trudność usunąć, należy przypuścić, że podział pirenoidu przebiega niezmiernie powoli. Już Schmitz (1882, pag. 71) mówi o wypadkach, w których podział „amylumherd'u odbywa się tak wolno, że poszczególne stadja przejściowe wyglądają, jak trwałe". Czurda (1928), pag. 170) również zauważa, że podział pirenoidu u skrętnicy może trwać kilka dni. Ażeby być w zgodzie z faktami, obserwowanemi przeze mnie, trzeba założyć, że tempo podziału u skrętnicy jest jeszcze wolniejsze, tak że praktycznie rzecz biorąc, liczba pirenoidów u tego glonu zwiększa się prawie wyłącznie drogą tworzenia się ich w chromatoforze.

Badania moje, dotyczące genezy pirenoidów u jednego glonu, nie mogą rościć pretensji do tego, aby służyć za podstawę do definitywnego rozstrzygnięcia pytania, czem właściwie jest pirenoid. Tyle tylko mogę powiedzieć, że nie widzę dotychczas podstaw do tego, aby uważać pirenoid za samoistny organoid komórki. Mnożenie się pirenoidów u skrętnicy drogą tworzenia się w nieograniczonej ilości na terenie plastydu bez widocznego połączenia z poprzednio istniejącemi pirenoidami, wskazuje na związek genetyczny pirenoidu z chloroplastem, dowodzi, że utwór ten pochodzi ze stromy. Podział pirenoidu nie zdradza również cech procesu samodzielnego. U skrętnicy przebiega on tak bardzo powoli, że nic nie stoi na przeszkodzie temu, aby go uznać za proces bierny, będący skutkiem napięcia, wywołanego interkalarnym wzrostem chromatoforu. Istnieją wprawdzie glony *(Zygnema Hyalotheca)*, u których według Schmitza (1882) i Chmielewskiego (1904) podział pirenoidu przebiega w ciągu jednej do kilku godzin,

ale u tych glonów proces ten towarzyszy podziałowi plastydu. W tym stanie rzeczy zmuszony jestem ograniczyć się do określenia pirenoidu, jako pewnego zróżnicowania stromy chloroplastu.

Na zakończenie pragnę zwrócić uwagę na zjawisko masowego występowania stadjów podziałowych pirenoidów. Zjawisko takie po raz pierwszy zaobserwował Chmielewski (1897) i powiązał je z porą dnia, uważając, że zachodzi zawsze w godzinach przedwieczornych. Czurda (1928) tłumaczył to zjawisko przejściem materjału z fazy regresywnej w fazę progresywną rozwoju. Wyjaśnienia obu autorów nie wydają mi się słuszne. Przypuszczenie Chmielewskiego pozostaje w sprzeczności z nader powolnym przebiegiem podziału pirenoidu, co zaś do opinji Czurdy (1928), to jak już wyżej mówiłem, nie stwierdziłem takich faz rozwoju, w którychby plastydy ujawniały wzrost, a nowe pirenoidy zupełnie nie tworzyły się. Zresztą, gdyby było tak, jak przypuszcza Czurda, to należałoby się spodziewać, że w niciach, ujawniających liczne pirenoidy dzielące się, utwory te będą bardziej oddalone od siebie, niż normalnie, tymczasem moje obserwacje pozwoliły zauważyć coś wręcz przeciwnego. Figury podziałowe ułożone były zazwyczaj bardzo gęsto i już powierzchowna obserwacja pozwalała stwierdzić, że suma mas pirenoidów w stosunku do mas innych składników komórki była większa, niż normalna. To ostatnie spostrzeżenie zawiera już według mnie wskazówkę do wyjaśnienia zjawiska, zaobserwowanego przez Chmielewskiego; nasuwa ono mianowicie myśl, że masowe występowanie podziałów jest zjawiskiem patologicznem, wywołanem zaburzeniem równowagi fizjologicznej komórki.

Za tem, że jest to objaw patologiczny przemawia również nieprawidłowy charakter figur podziałowych. Niektóre z nich odznaczają się nieregularnemi kształtami (ryc. 8, 9), inne stanowią nienormalności jeszcze znaczniejsze, składają się bowiem nie z dwóch, ale z większej liczby części (ryc. 7, 10, 11). Co do tych ostatnich figur, to przypuszczam, że w odniesieniu do nich słuszne jest zdanie Schmitza (1882), wyrażone w związku z podobnemi nienormalnościami, spotykanemi czasem u *Zygnema*. Autor przypuszcza mianowicie, że w wypadkach bardzo powolnego przebiegu podziału może się zdarzyć, że pirenoid macierzysty nie zdąży się jeszcze podzielić, gdy potomne, (oba lub tylko jeden) same zaczną ulegać podziałowi; w ten sposób powstać mogą układy trzykrotne lub czterokrotne. Przy założeniu że pogląd Schmitza (1882) jest słuszny, obserwowane przeze mnie

nienormalności byłyby jeszcze jednym dowodem na to, że pirenoid u skrętnicy dzieli się bardzo wolno.

Pracę niniejszą wykonałem w Zakładzie Botaniki Ogólnej Uniwersytetu Warszawskiego. Poczytuję sobie za miły obowiązek złożyć na tem miejscu serdeczne podziękowanie p. prof. Z. Wóycickiemu za światłe kierownictwo oraz za niezliczony szereg nader cennych wskazówek. Miło mi również podziękować pp. doc. dr. Fr. Skupieńskiemu oraz dr. Wł. Beckerowi za życzliwe rady i interesowanie się biegiem pracy.

STRESZCZENIE WYNIKÓW.

1. Zgodnie z wynikami badań Kolkwitza (1899) i Czurdy (1928, 1929) chloroplast u skrętnicy rośnie interkalarnie.

2. Szybkość wzrostu plastydu danej komórki w nocy po wytworzeniu się jej drogą podziału jest znacznie większa, niż w pozostałych okresach życia komórki.

3. W moich obserwacjach jedynym stwierdzonym bezpośrednio sposobem mnożenia się pirenoidów u skrętnicy było ich tworzenie się.

4. Tworzenie się pirenoidów zachodzi, zgodnie z obserwacjami Czurdy (1928), z reguły w godzinach rannych.

5. Pomiędzy tworzeniem się pirenoidów a wzrostem plastydu zostaje zachowana pewna równowaga, polegająca na tem, że stosunek liczby pirenoidów do długości chloroplastu zostaje zachowany.

6. Najmłodsze obserwowane przeze mnie pirenoidy posiadały już powłokę skrobiową. Powłoka ta składała się z niewielkiej liczby ziaren, dosyć dużych w stosunku do wielkości całego utworu.

7. Wzrost młodego pirenoidu jest zgodnie ze spostrzeżeniami Czurdy (1928) początkowo szybki, a potem coraz wolniejszy; wbrew jednak przypuszczeniu tego autora, w miarę wzrostu liczba ziaren powłoki zwiększa się.

8. Dłuższe obserwacje pirenoidów dzielących się nie pozwoliły nigdy stwierdzić ich podzielenia się, przypuszczam, że przyczyną tego jest bardzo wolny przebieg procesu podziałowego. W dwóch wypadkach skonstantowałem wytworzenie się figury, złożonej z dwóch pirenoidów, przylegających do siebie.

9. O ogólnym charakterze pirenoidu nic mogę powiedzieć nic ponadto, że pirenoid stanowi pewne zróżnicowanie stromy chloroplastu.

OBJAŚNIENIE TABLICY.

1. Komórka skrętnicy z widocznemi młodemi pirenoidami. Fotografja wykonana około godziny 12-ej w dzień. Pirenoid, położony w końcowej części chloroplastu, fotografowany niemal bezpośrednio po zjawieniu się. Powiększenie: około 700x.

2. Komórka, zawierająca młody pirenoid, fotografowany w 2-3 godziny po zjawieniu się. Powiększenie: około 600x.

3, 4, 5. Rysunki młodych pirenoidów z widocznemi ziarnami skrobi. Rysunki 3 i 4 przedstawiają ten sam pirenoid, przyczem rysunek 4, wykonany o 3 godziny później. Powiększenie: około 1000x.

6. Nowopowstała figura, złożona z dwóch pirenoidów, zrośniętych ze sobą. Rysowane przy pomocy aparatu rysunkowego. Powiększenie: około 1000x.

7, 8, 9, 10, 11. Nieprawidłowe figury pirenoidowe z kilku sąsiednich komórek skrętnicy. Rysowane przy pomocy aparatu rysunkowego. Powiększenie: około 1000x.

WYKAZ CYTOWANEJ LITERATURY.

B o u b i e r, A. M. 1899. Contributions à l'étude du pyrenoïde. Bull. Herb. Boiss., vol. **7**, N. p. 451, N. 7, p. 554.

B o u b i e r, A. M. 1899. Recherches sur les pyrenoïdes. Arch. Sc. Phys. Nat. Genève, Sér. 4, vol. 8, p. 194.

C h m i e l e w s k i W. F. 1897. Ueber Bau und Vermehrung der Pyrenoide bei einigen Algen. Bot. Zentrbl., **69**, p. 277.

C h m i e l e w s k i W. F. 1904. Materiaux pour servir à la morphologie et physiologie des algues vertes, Warszawa.

C h o l n o k y, B. 1931. Zur Kenntniss der Physiologie einiger Fadenbildender Conjugaten. Arch. f. Protist., **75**, p. 1.

C z u r d a, V. 1928. Morphologie und Physiologie des Algenstärkekornes. Beih. z. Bot. Zentrbl., **45**, p. 97.

C z u r d a, V. 1929. Über Pyrenoidveränderungen bei der Stärkebildung in Spirogyrazellen. Ber. Deustch. Bot. Ges., **47**, p. 181.

G e i t l e r, L. 1926. Zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pyrenoide. Arch. f. Protist., **56**, p. 129.

K a s a n o w s k y. 1913. Die Chlorophyllbänder und Verzweigung derselben bei Spirogyra. Ber. Deutsch. Bot. Ges., **31**.

K o l k w i t z, R. 1899. Wachstumsgeschichte der Chlorophyllbänder von Spirogyra, Bot. Unters. S. Schwendener, p. 271.

K ü s t e r, E. 1925. Pathologische Pflanzenanatomie — III Aufl. 558 p.

K ü s t e r, E. 1927. Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Chloroplasten. Protoplasma, **2**, p. 65.

L i n d a u, G. 1914. Die Algen. Jena.

M e y e r, A. 1883. Ueber Kristalloide der Trophoplasten und ueber die Chromoplasten der Angiospermen. Bot. Ztg., **41**, p. 494.

M e y e r, A. 1920. Morphologische und Physiologische Analyse der Zelle Jena, 629 p.

Pascher, A. 1907, Über auffalende Rhizoid — und Zweigbildung bei einer Mougeotia Art. Flora 97.
Peterschilka, Fr. 1922. Kernteilung und Pirenoidvermehrung bei Mougeotia, Arch. f. Protist., 45, p. 153.
Pringsheim, N. 1879. Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze. Jahrb. wiss. Bot., 12, p. 288.
Scherrer, A. 1914. Untersuchungen über Bau und Vermehrung der Chromatophoren und das Vorkommen von Chondriosomen bei Anthoceros. Flora, 107, p. 1.
Schimper, A. F. 1885. Untersuchungen ueber die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. Jahrb. wiss. Bot., 16, p. 1.
Schmitz, F. 1882. Chromatophoren der Algen. 180 p.
Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren. Jahrb. wiss. Bot., 15, p. 1.
Strassburger, E. 1880. Zellbildung und Zelltheilung Jena, 392 p.
Wóycicki, Z. 1907. Über pathologische Wachstumerscheinungen bei Spirogyra — und Mougeotia-Arten in Laboratoriumskultur. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 25, p. 527.

RÉSUMÉ.

Mes recherches consistaient en observations vitales des filaments de *Spirogyra*, cultivés dans une goutte pendante. Dans ces conditions les filaments marquaient, durant un certain temps, une croissance plus ou moins accentuée; dans quelques cas particuliers j'ai réussi à obtenir une croissance intense et des divisions cellulaires plusieurs fois répétées.

Les cellules des filaments cultivés un certain temps dans une goutte pendante, dévoilaient des caractères pathologiques: leurs plastes, pâles et plats, offraient une disposition irrégulière, la quantité de l'amidon des pyrenoïdes et de celui du stroma augmentait excessivement.

Les observations étaient accomplies toujours sur la même cellule ou sur ses dérivées, j'ai réussi à suivre au microscope, durant une assez longue période les pyrenoïdes préexistants aussi bien que la formation et la croissance des pyrenoïdes nouvellement produits.

Quand à la croissance du chromatophore j'ai constaté que conformement à l'avis de Kolkwitz (1899) et de Czurda (1928, 1929) le ruban de *Spirogyra* croît par le procédé d'intercalation. L'intensité de la croissance est variable selon les conditions et dans des cas, où elle est la plus forte, elle peut atteindre 5% de l'accroissement rélatif par heure. La croissance la plus intense s'effectue la nuit qui suit la division cellulaire.

Dans les filaments observés c'est la néoformation qui était l'unique manière de la multiplication des pyrenoïdes. La formation

des pyrenoïdes s'effectue, comme l'avait déjà démonstré Czurda (1928), en règle dans les heures matinales, rarement après midi. Sur les 352 pyrenoïdes étudiés 85% au moins étaient formés le matin. En examinant les algues fixées à différentes heures de la même journée j'ai pu également constater la présence de petits pyrenoïdes dans les filaments fixés le matin.

Le nombre de pyrenoïdes, formés dans une cellule durant une matinée, est bien variable; dans certains cas la formation en masse peut doubler le nombre de pyrenoïdes préexistants. Un certain équilibre est maintenu entre la croissance du plaste et la formation des pyrenoïdes: malgré les changements que peut subir dans des moments particuliers le rapport du nombre de pyrenoïdes à la longueur du chromatophore, le dit rapport au bout d'une assez longue période de temps se montre constant. Je n'ai pas pu délimiter, comme l'avait fait Czurda (1928) la phase progressive et la phase regressive du développement, je n'ai constaté que des différences dans le nombre des pyrenoïdes formés qui correspondaient en général aux différences dans l'intensité de la croissance du plaste. J'ai observé, il est vrai, l'arrêt complet de la formation des pyrenoïdes, mais seulement dans les cas, où le filament avait une croissance faible et ephémère. La division cellulaire est suivie, comme je l'avais déjà dit plus haut, d'un renforcement de la croissance des cellules-fils et de leurs chromatophores; pour que l'équilibre soit conservé il faut que division soit précédée ou suivie d'une augmentation du nombre de pyrenoïdes formés.

Je n'ai réussi jamais à observer de jeunes pyrenoïdes ne possédant encore d'amidon. Les plus petits que je découvrais (fig. 1, 2, 3, 5) montraient déjà quelques grains d'admidon (le plus souvent 3 d'un coté — fig. 1, 3, 5). Les premières heures après leur apparition les pyrenoïdes croissent vite, leurs grains d'amidon se multiplient (fig. 3 et 4 représentent deux stades succéssifs du même pyrenoïde) et grandissent de sort qu'ils forment bientôt une gaîne apparemment uniforme. Puis, la croissance continue mais de plus en plus lentement, en même temps grandit le nombre de grains, formant la gaîne. Dans quelques jours (leurs nombre varie selon les conditions) le jeune pyrenoïde atteint les d'immensions d'un pyrenodeïde moyen.

Dans les filaments étudiés je trouvais fréquemment des figures considérées généralement comme stades de division des pyrenoïdes, mais malgré que je les aie observées durant une semaine et plus et malgré que les cellules aient subi dans l'intervale des di

visions, je n'ai jamais pu constater de passage d'un stade à un autre plus avancé. Je suis donc obligé d'admettre que les divisions des pyrenoïdes s'effectuent très lentement. Dans deux cas particuliers il me fut possible de constater la néoformation d'une figure, composée de deux pyrenoïdes coalisés (fig. 6).

La présence des double-pyrenoïdes dans les cellules de *Spirogyra* en grand nombre, accampagnés souvent de figures pyrenoïdiennes irrégulières, composées de quelques parties (fig.7, 10, 11), est un phénomène pathologique, qui correspond a l'augmentation excessive de la quantité de la substance des pyrenoïdes dans les cellules.

Mes recherches ne me permettent pas encore de dissoudre le problème concernant le caractère général du pyrenoïde, je me borne pour le moment à dire que le pyrenoïde est une certaine différenciation du stroma du chromatophore.

Badania cytologiczne nad miksobakterją Polyangium fuscum.

(Eine zytologische Untersuchung über die Myxobakterie Polyangium fuscum).

(Z tabl. — planche XIX.)

napisał

JAN BADIAN

(wpłynęło 25. II. 1933).

Badania przeprowadzone przed kilku laty nad miksobakterją *Myxococcus virescens*[1]) wykazały, że chromatyna tego organizmu tworzy charakterystyczny twór pałeczkowaty, który zachowaniem swem przypomina chromozomy roślin wyższych. Ze względu na losy, jakim chromozom ten w ciągu życia organizmu ulega, wyróżniono w rozwoju wspomnianego gatunku dwa okresy: fazę haploidalną, kończącą się autogamją, polegającą na zlewaniu się dwóch chromozomów, oraz następującą po autogamji fazę diploidalną, której kres stanowi redukcja, połączona z odrzucaniem pewnej ilości chromatyny.

Po zakończeniu badań nad gatunkiem *Myxococcus virescens* przystąpiono, — celem sprawdzenia i uogólnienia osiągniętych wyników, — do cytologicznego opracowania dalszej skolei miksobakterji, a mianowicie *Polyangium fuscum*. Wyniki tych dociekań, pod niejednym względem mozolniejszych od badań nad gatunkiem *Myxococcus virescens*, zestawione są w niniejszej pracy.

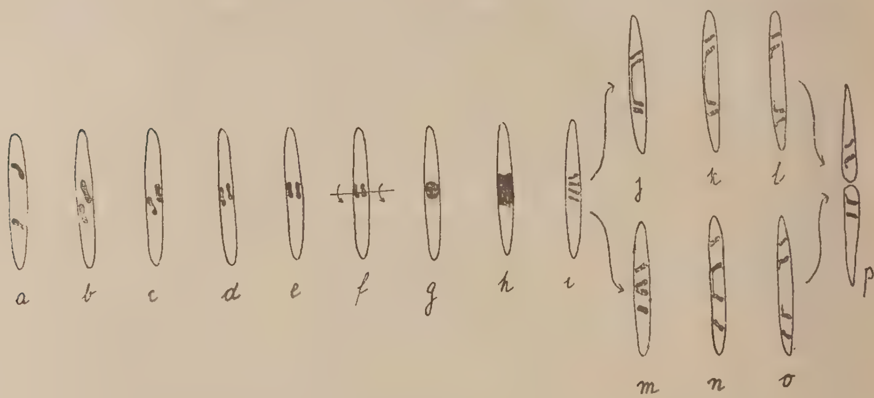
Już wstępne badania wykazały, że komórki *Polyangium fuscum*[2]) zawierają podobnie uformowane chromozomy, jak *Myxo-*

---

[1]) J. Badian Acta Soc. Bot. Pol. Vol. VII. 1930.

[2]) Opis gatunku i literatura dawniejsza v. H. i S. Krzemieniewscy. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. IV. 1926. oraz Vol. V. 1928.

coccus virescens, mniejsze jednak co do rozmiarów i występujące we większej ilości. Gdy bowiem *Myxococcus* wykazywał zasadniczo jeden jedyny chromozom, *Polyangium* zawiera ich dwa[1]) (Ryc. 63 a, Tabl. XIX. fig. 1). W okresie podziału wegetatywnego chromozomy te zsuwają się ku sobie i układają się równolegle obok siebie w środkowej części komórki, zajmując zrazu położenie podłużne, (Ryc. 63 b-d, Tabl. XIX fig. 2). W tem położeniu chromozomy skracają się silnie i grubieją (Ryc. 63 e), poczem przez



Ryc. 63.
***Polyangium fuscum*. Podział komórki**

obrót o 90° dookoła osi poprzecznej, łączącej ich środki przechodzą w położenie równikowe (Ryc. 63 f.). W tem stadjum przedstawiają one silnie barwiące się skupienia chromatynowe, przedzielone podłużną szczeliną. O ile jednak chromozomy leżą zbyt blisko siebie, lub są oglądane z boku, szczelina ta widoczna nie jest, chromatyna zaś sprawiać może wrażenie niezróżnicowanej, jednolitej grudki (Ryc. 63 g, Tabl. XIX fig. 3, A). Po ułożeniu się chromozomów w płaszczyźnie równikowej, następuje ich podział na cztery, zrazu blisko przy sobie skupione, następnie oddalające się od siebie chromozomy potomne (Ryc. 63 h, i, Tabl. XIX, fig. 4), z których dwa wędrują ku jednemu, dwa inne ku drugiemu biegunowi komórki. Wędrówkę tę odbywają chromozomy bądź parami, (Ryc. 63. j—l, Tabl. XIX, fig. 6 i 7), bądź też pojedyńczo (Ryc. 63. m—o, Tab. XIX, fig. 5 i 3B). W jednym jak i w drugim wypadku oba ku środkowi komórki zwrócone chromozomy, rozsuwające się w przeciwne strony, pozostają często przez czas dłuższy połączone charakterystyczną niteczką chromatynową

1) v. Objaśnienie tablicy XIX. na str. 372.

(Ryc. 63. j-n). Niteczka ta, świadcząca o wspólnem pochodzeniu złączonych nią chromozomów, wskazuje, że z obu chromozomów wędrujących w stronę jednego bieguna komórki, każdy pochodzi od innego chromozomu macierzystego. Po rozsunięciu się chromozomów następuje ostateczny podział komórki na dwie komórki potomne, z których każda znowuż zawiera dwa chromozomy. (Ryc. 63. p. Tabl. XIX, fig. 8).

Po okresie rozwoju wegetatywnego, w czasie którego komórki rozprzestrzeniają się płasko po agarze, następuje skupianie się ich w otaczające się osobną ścianą, brunatne ciała owocowe. Co do sposobu powstawania tej ściany istnieją dwa odmienne zdania. Według V a h l e'a [1]) jest ona złożona ze ściśle ze sobą spojonych komórek, według J a h n'a [2]) stanowi ona wydzielinę komórek, zawartych we wnętrzu ciała owocowego.

Celem rozstrzygnięcia tej kwestji sporządzono i przejrzano szereg skrawków mikrotomowych. Przekroje te wykazują, że od najwcześniejszych początków ściana ciała owocowego zarysowuje się ostro od strony wewnętrznej, przy równoczesnym braku tak ostrej granicy od zewnątrz (Tabl. XIX, fig. 9). Przy dostatecznem powiększeniu ściany te wykazują złożenie z wielkiej ilości sklejonych ze sobą żółtą, (na preparatach barwionych płynem Giemzy zielonawą) wydzieliną, równolegle do powierzchni ciała owocowego ułożonych komórek (Tabl. XIX, fig. 10). Najintensywniejsze zabarwienie i największą zwartość, uwarunkowaną ciasnem ułożeniem komórek i wielką ilością wydzieliny wykazuje przytem ściana przy wewnętrznej swej krawędzi, — stąd często trudność w wyróżnianiu poszczególnych komórek w tej części ściany. Znacznie łatwiej wyróżnić je w mniej zwartych partjach zewnętrznych, przechodzących stopniowo w bezbarwną warstwę w śluzie pogrążonych komórek niesklejonych, pokrywających gęsto młode ciało owocowe.

W ciałach owocowych starszych, wykazujących grubszą i ciemniej zabarwioną błonę, zwartość warstw zewnętrznych ściany rośnie; równocześnie zmniejsza się ilość komórek, zawartych w zewnętrznej warstwie bezbarwnej, z której pozostaje w końcu tylko bezbarwna, lub blado-żółta, uboga w komórki warstwa śluzowa.

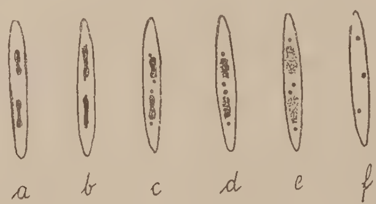
Opis powyższy, utworzony na podstawie skrawków mikroto-

---

[1]) C. V a h l e: Centr. f. Bakt. Abt. II. XXV. 1909.

[2]) E. J a h n: Beiträge zur botanischen Protistologie I. Die Polyangiden. Leipzig 1924.

mowych, znajduje uzupełnienie w cytologicznem badaniu komórek, zdzieranych przy pomocy igieł z powierzchni młodych ciał owocowych. Wykazało ono, że komórki, okrywające ciało owocowe ulegają charakterystycznym, od warstw zewnętrznych ku wewnętrznym potęgującym się zmianom, świadczącym o stopniowem ich obumieraniu. Zmiany te, w warstwach zupełnie powierzchownych ledwie się zaznaczające, polegają zrazu na pojawieniu się w komórce jednego lub kilku ciemno barwiących się ziarenek. Ziarenka te powstają u końców chromozomów, mogą się jednak od nich oddzielać i ulegać wtórnemu przemieszczeniu ku różnym punktom komórki (Ryc. 64 a-c). Równocześnie lub nieco później chromozomy poczynają zatracać ostre swe kontury i przybierają postać coraz słabiej barwiących się obłoczków. (Ryc. 64 d, e, Tabl. XIX fig. 11). Po zupełnem rozpłynięciu się obłoczków chromatynowych degeneracja komórki osiąga swój kres. (Ryc. 64 f).



Ryc. 64.
Polyangium fuscum. Komórki z powierzchni ciał owocowych. Zanik chromatyny.

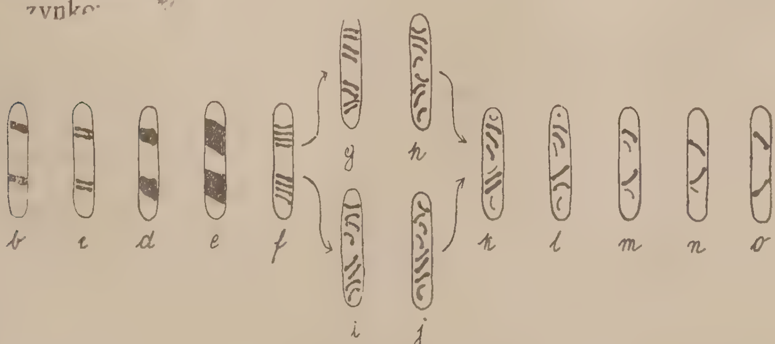
W danych, jakich dostarczają skrawki mikrotomowe i obserwacje cytologiczne wynika, że ściana ciała owocowego nie jest wydzieliną komórek, zawartych w jego wnętrzu, lecz wytworem od zewnątrz się nakładających, wydzielaną przez się masą spojonych, degenerujących komórek, które nie weszły w skład jego zawartości[1]).

Podczas gdy komórki pokrywające ciało owocowe z zewnątrz powoli obumierają, komórki zawarte w jego wnętrzu zachowują swą żywotność i przez stopniowo postępujące skracanie się długości, połączone ze wzrostem szerokości, przekształcają się w krótkie i stosunkowo grube zarodniki, otaczające się pod koniec swego rozwoju cienką otoczką śluzową. Pod względem cytologicznym komórki te ulegają kolejno naprzód redukcji chromatyny, następnie autogamji.

---

[1]) Powyższy opis powstawania ściany ciała owocowego u Polyangium fuscum nie orzeka niczego o podobnym lub odmiennym sposobie tworzenia się jej u innych miksobakteryj.

W okresie redukcji oba chromozomy układają się wpoprzek
komórki, poczem dzielą się dwukrotnie, dając początek ośmiu chro-
mozomom potomnym (Ryc. 65 a-f). Te ostatnie pozostają przez
czas pewien skupione w dwie czwórki, sprawiające często wrażenie
niezróżnicowanych bliżej skupień chromatynowych o prostokątnym
zarysie (Ryc. 65 d, e, Tabl. XIX, fig. 12). W okresie później-
szym jednak poszczególne chromozomy każdej czwórki oddalają
się od siebie i rozpraszają się po komórce, układając się bardzo
rozmaicie, przytem zupełnie nieregularnie (Ryc. 65 g-h, i-j, Tabl.
XIX, fig. 13 i 14). Z kolei zaznaczać się poczynają charakte-
rystyczne różnice w intenzywności barwienia się i wyglądzie po-
szczególnych chromozomów. Podczas gdy jedne barwią się nadal
z równą siłą, jak przedtem, inne, w tej samej komórce położone,
barwią się Giemzą znacznie słabiej, często ledwie dostrzegalnie.
Przez czas jakiś są one jeszcze widoczne, w postaci cienkich, bla-
dych pasków (Ryc. 65 k, l). Potem giną zupełnie, pozostawiając
często jako ślad po sobie drobne resztki w postaci zanikających
z czasem kropek lub kresek (Ryc. 65 k-n Tabl. XIX fig. 15).
W ten sposób, w miarę postępowania redukcji, z pośród chromo-
zomów każdej czwórki trzy ulegają degeneracji, zachowuje się zaś
jeden. Razem zatem zanika sześć chromozomów, pozostają zaś tyl-
ko dwa (Ryc. 65 k-o). Obok tych ostatnich przez czas jakiś widocz-
ne być mogą ostatnie resztki chromozomów odrzuconych (Ryc.
65 n, Tabl. XIX, fig. 16); w końcu giną i one (Ryc. 65 o).



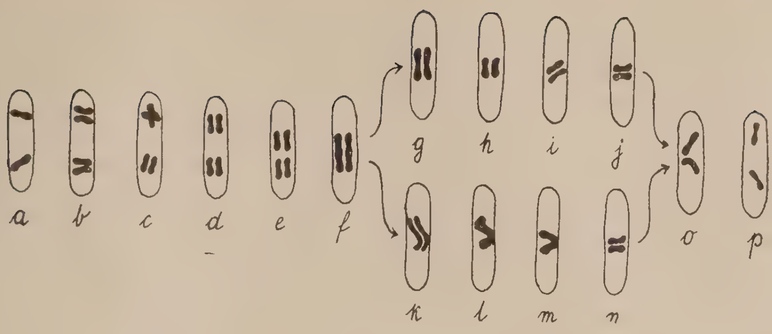
Ryc. 65.
***Polyangium fuscum.* Redukcja chromatyny.**

Po ukończeniu redukcji chromatyny *Polyangium fuscum* wkra-
cza w okres autogamji. Towarzyszą temu charakterystyczne zmiany
w wyglądzie komórek. Mianowicie przy przejściu z fazy redukcji w
fazę autogamji bezbarwna dotąd plazma komórek poczyna się sto-

pniowo coraz intensywniej barwić Giemzą na kolor niebieskawy. Nadto w miarę oddalania się od stadjum redukcji coraz większa ilość komórek, wykazujących obecnie najwyższy stopień skrócenia, okrywać się poczyna różowo barwiącą się otoczką. Komórki opatrzone otoczką wykazują zabarwienie sine.

Przebieg autogamji jest następujący. Oba chromozomy, pozostałe po dokonanej redukcji, układają się w pewnem od siebie oddaleniu wpoprzek komórki, poczem dzielą się podłużnie, dając początek dwom parom chromozomów pochodnych. (Ryc. 66, a, b). Przez obrót o 90° pary te przechodzą w położenie podłużne, poczem stopniowo zsuwają się ku sobie aż do zetknięcia się ich końcami (ryc. 66, c-e, Tabl. XIX, fig. 17, 18, 19 A). Zaznaczyć należy, że pary chromozomów tylko wtedy wyraźnie jako takie rozpoznane być mogą, o ile oba chromozomy nie leżą zbyt blisko siebie. W przeciwnym wypadku każda para chromozomów sprawiać może wrażenie jednego, jednolitego skupienia chromatynowego. (Tabl. XIX, fig. 19 C, A). Po zsunięciu się obu par ku sobie każdy chromozom jednej pary zlewać się poczyna z odpowiednim chromozomem drugiej. W ten sposób w miejsce czterech chromozomów zwykłej długości, a więc krótkich, powstają dwa blisko przy sobie ułożone, stąd często pozornie jedną całość tworzące chromozomy długie (ryc. 66 f, Tabl. XIX, fig. 20). Chromozomy długie, którym ze względu na ich sposób p[illegible]nia przyznać wypada miano biwalentnych (diploidalnych), u[illegible]omowe i obop-niowo postępującemu grubieniu, przybierając w ten sposo[illegible] czasem postać dwóch krótkich, a grubych pałeczek (Ryc. 66 g, h, fig. 19 B. 23 B). W tem stadjum oba chromozomy biwalentne wykonywują obrót o 90°, czego następstwem zmiana położenia z podłużnego na poprzeczne (Ryc. 66 i, j). W wypadkach, w których przechodzenie w położenie poprzeczne rozpoczyna się przed dostatecznem skróceniem się chromozomów, te ostatnie przybierać mogą przejściowo kształt litery S, — o ile ściśle przylegają do siebie (Ryc. 66, l, m. fig. 21 i 22), lub kształt podwójnego S (Ryc. 66, k) — o ile ich wzajemne od siebie oddalenie zezwala na dostrzeżenie oddzielającej je szczeliny. Po zajęciu położenia poprzecznego oba chromozomy rozsuwają się ku przeciwnym biegunom komórki (Ryc. 66 j, n, o, fig. 23 A i 24), poczem przez ponowny obrót o 90° przechodzą z powrotem w położenie podłużne (Ryc. 66, p.).

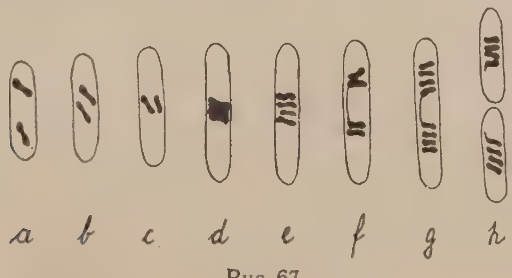
Rozsunięcie się chromozomów biwalentnych stanowi ostatni



Ryc 66.
Polyangium fuscum. Autogamja.

etap autogamji. Osiągnąwszy tą fazę, komórki przechodzą w stan spoczynku, w którym trwają aż do kiełkowania.

Kiełkowanie to następuje, o ile stare ciała owocowe przenieść na nową pożywkę. Polega ono na pękaniu ściany ciała owocowego i wydobywaniu się na zewnątrz zawartych w niem komórek. Celem poznania towarzyszących temu przemian cytologicznych wysiewano dojrzałe, ciemno-brunatne ciała owocowe na agar, poczem sporządzano z nich w półgodzinnych odstępach preparaty mikroskopowe. Na pierwszych preparatach tak uzyskanej serji komórki zarówno niebieskawem zabarwieniem plazmy, jak i sposobem ułożenia w nich chromozomów zupełnie nie różnią się od zarodników w ich fazie spoczynkowej. Na dalszych jednak zaznaczać się poczynają pierwsze charakterystyczne zmiany chromatyny. Oba, w fazie spoczynkowej zwykle rozsunięte chromozomy, zbliżają się z powrotem ku sobie i układają się obok siebie w równikowej płaszczyźnie komórki (Ryc. 67. a—c). W tem położeniu dzielą się one na cztery, zrazu blisko siebie skupione chromozomy potomne (Ryc. 67. d, e, Tabl. XIX. fig. 25 A), które rychło rozsuwać się poczynają ku przeciwnym końcom komórki. Rozsuwanie to odbywa się zwykle parami,



Ryc. 67.
Polyangium mucufs. Kiełkowanie.

przyczem i tu częstem zjawiskiem jest niteczka chromatynowa, łącząca jeden chromozom jednej pary z odpowiednim chromozomem drugiej (Ryc. 67, e. fig. 25 B).

Opisane wyżej zjawiska stanowią początek pierwszego podziału komórki. Zanim jednak podział ten ostatecznie się dokona, t. j. przed podziałem plazmy, chromatyna zwykle dzieli się powtórnie, czego następstwem częsta obecność dwóch czwórek chromozomów w jednej komórce (Ryc. 67, g). Po utworzeniu dwóch czwórek następuje pierwszy podział plazmy (Ryc. 67, h). Przy podziale tym każda z komórek potomnych otrzymuje gotową czwórkę chromozomów, z których po rozsunięciu się ich parami i po ponownym podziale powstać mogą dwie czwórki pochodne. W ten sposób, — wskutek tego, że chromatyna podziałem swym wyprzedza plazmę, — komórki gotują się do następnego podziału, zanim pierwszy został ukończony, — co przy szybkiem w okresie kiełkowania tempie rozwoju powtarzać się może kilkakrotnie. Podziały te dają początek licznym komórkom, które wydłużając się stopniowo przybierają postać typowych komórek wegetatywnych, które ze względu na obecność w nich powstałych drogą autogamji, biwalentnych chromozomów uważać należy za diploidalne.

W czasie kiełkowania plazma komórek zatraca stopniowo zdolność barwienia się Giemzą na kolor niebieskawy. Różowa otoczka śluzowa, okrywająca dojrzewające zarodniki, zostaje przez komórki zrzucona przy opuszczeniu ciała owocowego.

Prócz substancji chromatynowej, której cykl rozwojowy powyżej przedstawiono, komórki *Polyangium* zawierają często jeszcze pewne inne uformowane składniki, występujące w nich jednak jedynie przejściowo. Są niemi a) ciałko barwiące się barwikami kwaśnemi, t. zw. ciałko Thaxtera), którego znaczenie nie jest bliżej znane, oraz b) kule tłuszczowe i wolutyna, stanowiące materjał zapasowy.

Ciałko Thaxtera, mające podobnie jak u *Myxococcus virescens* postać krótkiej, zwykle skośnie ustawionej pałeczki, lub (rzadziej) kulistego ziarenka, pojawia się w komórkach pod koniec rozwoju wegetatywnego, w okresie skupiania się ich w ciała owocowe. Występuje ono następnie we wszystkich fazach, jakie przebiega komórka w obrębie ciała owocowego, a więc zarówno w okresie redukcji i autogamji, jak i w fazie spoczynkowej. W okresie autogamji i w okresie spoczynkowym ciałko Thaxtera uwydatnia się nawet na preparatach barwionych Giemzą, a więc zasadowo. Ma ono wówczas postać bezbarwnej pałeczki, zarysowującej

się wyraźnie na tle niebieskawo zabarwionej plazmy. W czasie kiełkowania ciałko acydofilne stopniowo zanika.

O ile ciałko Thaxtera stanowi składnik występujący stale w wymienionych stadjach rozwojowych organizmu, o tyle tłuszcz jest składnikiem niestałym, występującym często, ale nie zawsze, a więc jedynie w sprzyjających warunkach. Może on się pojawiać w komórkach zarówno w okresie rozwoju wegetatywnego, jak i w okresie formowania się ciał owocowych. Występuje on przytem bądź w postaci wielu drobnych, nieregularnie rozsianych kuleczek, bądź w postaci trzech większych kul (jednej położonej w okolicy równikowej i dwóch zbliżonych do końców komórki), do których znowuż dołączać się mogą mniejsze. Najczęściej i najobficiej występuje tłuszcz w okresie tworzenia się ciał owocowych, zwłaszcza na pożywce agarowej (agar + wyciąg ziemniaczany). W obrębie ciała owocowego tłuszcz zwykle powoli zanika. Niekiedy jednak obecność jego stwierdzić można jeszcze w okresie autogamji, a nawet w fazie spoczynkowej. Występuje on wówczas zazwyczaj w postaci jednej dużej kuli, powstałej ze zlania się ze sobą kul drobniejszych. Zlewanie się to dokonywuje się stopniowo i jest następstwem silnego skracania się komórek w wymienionych okresach. Tłuszcz niezużyty w czasie przebywania komórek w obrębie ciała owocowego, zanika ostatecznie przy kiełkowaniu, które zresztą ma przebieg normalny.

Wyraźną tendencję do gromadzenia większych ilości tłuszczu wykazują często komórki degenerujące, jakie zwykle pozostają na pożywce po utworzeniu ciał owocowych.

Obok tłuszczu jako materjał zapasowy występuje często wolutyna, mająca postać drobnych ziarenek [1]).

Zestawienie najważniejszych wyników, do jakich doprowadziły badania nad *Polyangium fuscum i Myxococcus virescens*, pozwala stwierdzić podobieństwa i różnice, jakie między temi organizmami pod względem cytologicznym zachodzą.

Wspólną cechą obu organizmów jest brak jądra komórkowego.

Wspólną cechą obecność chromozomów, rozmnażających się przez podział podłużny, a występujących w stałej dla każdego gatunku ilości.

---

[1]) O występowaniu wolutyny w komórkach miksobakteryj i sposobach odróżniania jej od chromatyny v. H. i S. Krzemieniewscy Acta Soc. Bot. Pol. Vol. V. (str. 76).

W życiu obu organizmów wyróżnić należy diploidalną i haploidalną fazę rozwojową.

U obu organizmów przejście fazy diploidalnej w haploidalną dokonywuje się drogą redukcji chromatyny, polegającej na dwukrotnym podziale chromozomów biwalentnych i odrzucaniu pewnej ilości, powstających w ten sposób chromozomów uniwalentnych.

U obu wreszcie gatunków u kresu fazy haploidalnej następuje autogamja, polegająca na zlewaniu się ze sobą chromozomów uniwalentnych w powstające w ten sposób biwalentne chromozomy fazy diploidalnej.

Obok tych zasadniczych podobieństw między *Polyangium fuscum* a *Myxococcus virescens* zachodzą też znamienne różnice.

Jedną z tych różnic, to odmienna u obu organizmów ilość chromozomów. Komórki gatunku *Myxococcus virescens* zawierają bowiem, — jak na wstępie wspomniano, — zasadniczo jeden chromozom; następstwem tego jest obecność dwóch chromozomów w okresie dzielenia się komórki, czterech w okresie redukcji, dwóch w okresie autogamji. *Polyangium fuscum* zawiera natomiast ilość chromozomów dwukrotnie większą, a więc zasadniczo dwa chromozomy, cztery w okresie podziału, osiem w okresie redukcji, cztery w czasie autogamji.

Dalszą różnicą odmienna ilość chromozomów odrzucanych w czasie redukcji i sposób ich zanikania. U *Myxococcus virescens* bowiem odrzucone zostają dwa z pośród czterech występujących w tym okresie chromozomów, degeneracja zaś ich odbywa się poza obrębem kształtującej się na nowo komórki. U *Polyangium* natomiast zanikają trzy chromozomy każdej czwórki (razem sześć), zanik zaś ich dokonywuje się we wnętrzu komórki ulegającej redukcji.

Różnica jednak najbardziej znamienna, jaka zachodzi między *Polyangium fuscum* a *Myxococcus virescens,* polega na odmiennem u obu gatunków ustosunkowaniu wzajemnem i następstwie czasowem faz haplo - i diploidalnych. U gatunku *Myxococcus virescens* bowiem, u którego autogamja wyprzedza czasowo redukcję, fazę haploidalną przedstawiają komórki wegetatywne, fazę diploidalną zaś kuliste zarodniki, zebrane w ciała owocowe. Natomiast u *Polyangium fuscum,* u którego redukcja dokonywuje się przed autogamją, komórki wegetatywne są diploidalne, faza zaś haploidalna obejmuje krótki odstęp czasu od ukończonej redukcji do autogamji.

Praca niniejsza, podobnie jak praca z r. 1930, została wykonana w *Instytucie Biologiczno-Botanicznym* Uniwersytetu Jana Kazimierza z inicjatywy Kierownika Instytutu P. Prof. Dr. S. Krzemieniewskiego, któremu ponownie składam najserdeczniejsze podziękowanie za nadal życzliwie udzielane mi wskazówki.

OBJAŚNIENIA TABLICY XIX.

1. Komórka wegetatywna. W jej wnętrzu dwa chromozomy. v. Ryc. 1. a. Powiększ. 1500×.

2. Podział komórki. Stadjum początkowe. Oba chromozomy zsuwają się ku sobie. v. Ryc. 63, b—d. Powiększ. 200 ×.

3. Podział komórki. Powiększ. 1500 ×.
   - A) Oba chromozomy tworzą jedno, pozornie niezróżnicowane skupienia chromatynowe na środku komórki. v. Ryc. 63, e—g.
   - B) Cztery chromozomy powstałe przez podział obu chromozomów pierwotnych. Ryc. 63, i, m, oraz fig. 5.

4. Podział komórki. Na środku komórki wydłużone skupienie chromatynowe, utworzone przez cztery blisko przy sobie ułożone chromozomy. v. Ryc. 63, i, h, oraz fig. 5 i 3 B. Pow. 1500 ×.

5. Podział komórki. Chromozomy potomne oddalają się od siebie. Dwa zewnętrzne chromozomy oddzieliły się już zupełnie. Oba wewnętrzne skupione są jeszcze przy sobie na środku komórki. v. Ryc. 63, m. Powiększ. 1500 ×.

6. Podział komórki. Chromozomy potomne oddalają się od siebie parami. Chromozomy górnej pary wyraznie od siebie oddzielone. Chromozomy dolnej pary, położone blisko przy sobie, tworzą jedno, pozornie jednolite skupienie chromatynowe. Pow. 1500 ×.

7. Podział komórki. Cztery chromozomy rozsunięte parami ku przeciwnym końcom komórki. v. Ryc. 63. j—l. Powiększ. 1500 ×.

8. Końcowe stadjum podziału komórki: podział plazmy. Każda z komórek potomnych zawiera dwa chromozomy. v. Ryc. 63. p. Pow. 1500 ×.

9. Przekrój mikrotomowy przez dwa ciała owocowe, a) ciało owocowe młodsze, b) starsze. W miejscach wskazanych strzałkami widoczne wyraźne uwarstwianie ścian ciał owocowych. Pow. 150 ×.

10. Fragment preparatu przedstawionego na Mikrofot. 9. U góry widoczne złożenie młodej ściany ciała owocowego z wielkiej ilości gęsto ułożonych (na preparacie skośnie przeciętych) komórek. Powiększ. 300 ×.

11. Komórka z powierzchni młodego ciała owocowego. We wnętrzu widoczne trzy ciemne ziarenka, oraz niewyraźne resztki zanikającej chromatyny. v. Ryc. 64. e. Powiększ. 1500 ×.

12. Redukcja chromatyny. W obu komórkach widoczne dwa ciemne skupienia chromatynowe, z których każde przedstawia cztery blisko przy sobie ułożone chromozomy. v. Ryc. 65. d—f. Pow. 1500 ×.

13. Redukcja chromatyny. We wnętrzu komórki dwa skupienia chromatynowe przedstawiające dwie czwórki chromozomów. Chromozomy górnej czwórki nadal przy sobie skupione, chromozomy dolnej zaczynają się od siebie oddalać. v. Ryc. 65. g, i. Pow. 1500 ×.

14. Redukcja chromatyny. Chromozomy rozpraszają się nieregularnie po komórce. v. Ryc. 65. g—j. Powiększ. 1500 ×.

15. Redukcja chromatyny. Obok chromozomów ciemno zabarwionych widoczne niewyraźnie resztki chromozomów zanikłych. v. Ryc. 65. k, l. Powiększ. 1500 ×.

16. Końcowe stadjum redukcji chromatyny. W komórce widoczne dwa chromozomy ocalałe. Obok dolnego z nich resztki ostatniego z zanikłych chromozomów. v. Ryc. 65. n. Pow. 1500 ×.

17. Autogamja. W komórce widoczne dwie pary chromozomów. v. Ryc. 66. d. Powiększ. 1500 ×.

18. Autogamja. Obie pary chromozomów zsunięte ku sobie. v. Ryc. 66. e, f. Pow. 1500 ×.

19. Autogamja. Pow. 1200 ×.

A) Dwie pary chromozomów zsunięte ku sobie. Chromozomy obu par ułożone blisko przy sobie zdają się tworzyć jedną całość. v. Ryc. 66. e, f.

B) Para chromozomów diploidalnych, które uległy już znacznemu skróceniu. Oba chromozomy skupione blisko przy sobie. v. Ryc. 66. g—h.

C) Pary chromozomów przed zsunięciem się. Chromozomy blisko przy sobie skupione. Oddzielająca je szczelina niewidoczna. v. Ryc. 66. b—d.

20. Autogamja. Chromozomy diploidalne przed skróceniem. Oba chromozomy zdają się zlewać w jedną grubą nić chromatynową. v. Ryc. 66. f, g. Pow. 1500 ×.

21. Autogamja. Chromozomy diploidalne, tworzące pozornie jedną, jednolitą nić, przechodzą w położenie poprzeczne, przybierając przytem kształt litery S. v. Ryc. 66. k, l. Pow. 1500 ×.

22. Tak jak Mikrofot. 21. Powiększ. 1200 ×.

23. Autogamja. Pow. 1200 ×.

A) Po przejściu w położenie poprzeczne chromozomy diploidalne oddalają się od siebie. v. Ryc. 66. o.

B) Tak jak fig. 19. B.

24. Końcowe stadjum autogamji. Dwa oddalające się od siebie chromozomy diploidalne. v. Ryc. 66. o, p. Pow. 1500 ×.

25. Kiełkowanie zarodników. Pow. 1500 ×.

A) Środkowe skupienie chromatynowe przedstawia czwórkę chromozomów. v. Ryc. 67. d, e.

B) Komórka zawiera dwie pary chromozomów, ułożonych przy sobie. Oba skupienia połączone ze sobą niteczką chromatynową. v. Ryc. 67. f, g.

ZUSAMMENFASSUNG.

In Anschluss an frühere, an *Myxococcus virescens*[1]) gewonnene Erfahrungen wird über neue, an der Myxobakterie *Polyangium fuscum*[2]) angestellte Untersuchungen berichtet.

Die Zellen des *Polyangium fuscum* entbehren ähnlich wie diejenigen des *Myxococcus virescens*, echter Kerne. Ihre Chromatinsubstanz bildet aber stäbchenartige, an den Enden oft kugelig verdickte Gebilde, die ihrem Verhalten nach als frei im Plasma liegende Chromosomen anzusprechen sind. Diese sind bei *Polyangium*, — im Gegensatz zu dem ein einziges Chromosom aufweisenden *Myxococcus*, — in *Zweizahl* vorhanden[3]). (Text-Fig. 63. a Taf. XIX. Mikrophot. 1).

Einer jeden Zellteilung geht eine Teilung der Chromatinsubstanz voraus. Zu diesem Zwecke rücken die beiden Chromosomen nach der Mitte der Zelle und kommen zunächst, nachdem sie die Längslage angenommen, parallel nebeneinander zu liegen (Text-Fig. 63. b—d, Taf. XIX. Mikrophot. 2). In dieser Lage werden sie nun allmählich kürzer und dicker und kommen sodann nach einer Drehung um die ihre Mittelpunkte verbindende Queraxe in die Aequatorialebene der Zelle zu liegen. (Text-Fig. 63, e, f.). Werden die Chromosomen in diesem Stadium von der Seite betrachtet, oder liegen sie eng beieinander, so scheint das Chromatin ein nicht weiter differenziertes Klümpchen zu bilden (Text-Fig. 63, g, Taf. XIX, Mikrophot. 3 A.). Nachdem die Chromosomen die Aequatorial-Lage angenommen, teilen sie sich ihrer Länge nach in vier querliegende Tochterchromosomen, die zuerst eng beieinander liegen und darum schwer auseinanderzuhalten sind (Text-Fig. 63, h, i. Taf. XIX, Mikrophot. 4.), später aber entweder einzelweise (Fig. 1. m.-o Mikrophot. 5 u. 3 B.), oder zu Paaren verbunden (Fig. 63, j—l. Mikrophot. 6 u. 7) auseinanderrücken und sich in gleicher Zahl auf die Tochterzellen verteilen (Fig. 63, p. Mikrohpot. 8). In beiden Fällen bleiben die beiden nach Innen liegenden und nach verschiedenen Seiten auseinanderrückenden Chromosomen oft längere Zeit miteinander durch einen Chromatinfaden verbunden (Fig. 63, j. k. n.), ein Beweis, dass sie beide durch Teilung eines und desselben

---

1) J. Badian: Acta Soc. Bot. Pol. Vol. VII. 1930.

2) H. i S. Krzemieniewscy: Acta Soc. Bot. Pol. Vol. IV. 1926.

3) S. Erklärung der Text-Figuren und der Mikrophotographien auf Seite 371.

Chromosoms entstanden sind und dass ein jedes von den Chromosomen jeder Tochterzelle einem anderen Chromosom der Mutterzelle entstammt.

Ist die Entwicklung des vegetativen, die Agar-Oberfläche flach überziehenden Schwarmes zu Ende, so beginnen die Zellen rundliche Ansammlungen zu bilden, die sich zu braunem Fruchtkörpern ausgestalten. Die Wand des Fruchtkörpers wird, wie auf Grund von Mikrotomschnitten festzustellen ist, durch dicht an einander liegende, von aussen hin sich anlagernde Zellen gebildet, die durch eine Ausscheidung fest miteinander verklebt, allmählich degenerieren [1]) (Taf. XIX, Mikrophot 9 u. 10). Zytologisch untersucht lassen diese Zellen einen Chromatinverfall feststellen, der von der Bildung eigentümlicher, von den Enden der Chromosomen sich ablösender Körnchen begleitet ist. (Fig. 64, a—f. Taf. XIX. Mikrophot. 11).

Die im Fruchtkörper eingeschlossenen Zellen, die allmählich immer kürzer und breiter werden und zuletzt als stark verkürzte, an den Enden abgerundete Stäbchen erscheinen, lassen in ihrem Innern zuerst eine Reduktion der Chromatinsubstanz, sodann einen als Autogamie zu deutenden Vorgang erkennen.

Die Chromatinreduktion nimmt folgenden Verlauf. Ein jedes von den beiden Chromosomen der Zelle teilt sich zweimal hintereinander (Reduktions-Teilung) in je vier (zusammen acht) Tochterchromosomen, die zuerst nahe beieinander liegen und schwer voneinander zu unterscheiden sind (Tetraden-Bildung) (Fig. 65, a—f. Taf. XIX, Mikrophot. 12), dann aber sich von einander lösen und sich ohne jegliche Regelmässigkeit über die Zelle verstreuen (Text-Fig. 65, g—j. Taf. XIX, Mikrophot. 13 und 14). Ist dies erreicht, so beginnen einzelne Chromosomen in ihrem Aussehen auffallende Unterschiede aufzuweisen, indem die einen weiterhin gross und kräftig gefärbt erscheinen, während die anderen immer zarter und blasser werden, dann nur als ein zarter Strich oder ein Körnchen in Erscheinung treten, um endlich ganz zu verschwinden. (Text-Fig. 65 k-m Taf. XIX Mikrophot. 15). Indem der Vorgang fortschreitet, fallen von je vier Chromosomen gemeinsamen Ursprunges drei der Degeneration anheim, während das vierte erhal-

[1]) Ähnliches wurde bereits von Vahle behauptet, wurde aber von Jahn bestritten. C. Vahle Centr. f. Bakt. Abt. II. XXV. 1909. — E. Jahn Beiträge zur botanischen Protistologie. I. Die Polyangiden. Leipzig. 1924.

ten bleibt, ohne das man von vornherein sagen könnte, welches von den Vieren das überbleibende sein wird. (Text-Fig. 65. n-o. Taf. XIX. Mikrophot. 16). Ist die Chromatinreduktion zu Ende, so sind demnach von den 8 Chromosomen sechs (je drei und drei) wieder verschwunden, während zwei zurückgeblieben sind und sich bald zu der nun folgenden Autogamie anzuschicken beginnen.

Zu diesem Zwecke teilt sich ein jedes von den beiden zurückgebliebenen, querliegenden Chromosomen seiner Länge nach in zwei Tochterchromosomen, die zu einem Paar verbunden bleiben. (Fig. 66, a, b, Taf. XIX, Mikrophot. 17 u. 19 B.). Nachdem diese Chromosomenpaare durch eine Wendung um 90° in die Längslage übergegangen sind, beginnen sie sich auf einander zu zu bewegen bis die einzelnen Chromosomen schliesslich mit ihren Enden aufeinanderstossen. (Text-Fig. 66, c—e. Mikrophot. 18 u. 19 A). Es folgt eine Verschmelzung je zweier Chromosomen miteinander zu langgestreckten Doppelchromosomen (bivalente Chromosomen) (Fig. 66, f. Mikrophot. 20). Nach vollzogener Verschmelzung werden die beiden Doppelchromosomen allmählich immer kürzer und dicker (Fig. 66. g-h, Mikrophot. 19 B u. 23 B.) und gehen dann durch eine Wendung um 90° in die Querlage über (Fig. 66, i, j.). Setzt die Wendung ein bevor die Chromosomen kurz genug geworden sind, so können sie vorübergehend eine S-artige Gestalt annehmen (Fig. 66. k-n. Mikrophot. 21 u. 22). Haben die Chromosomen die Querlage angenommen, so lösen sie sich voneinander und kommen, nachdem sie nach entgegengesetzten Seiten auseinandergerückt, in einem gewissen Abstand voneinander zu liegen. (Fig. 66, o, p. Mikrophot. 23 A u. 24.), womit die Autogamie zu Ende ist und eine Ruheperiode beginnt, die bis zur Keimung andauert.

Es erübrigt sich zu sagen, dass die Chromosomenpaare nur dann als solche deutlich zu erkennen sind, wenn die Chromosomen nicht allzu nahe beieinander liegen. Anderenfalls können sie leicht den Eindruck eines einzigen Chromosoms erwecken. (Fig. 66, l, m, Mikrophot. 19, 20, 21, 22 u. 23 B).

Werden ausgereifte Fruchtkörper auf frischen Agar übertragen, so beginnen sie bald zu keimen, wobei die in ihrem Innern eingeschlossenen Zellen die aufplatzende Fruchtkörperwand verlassen und, nachdem sie eine zarte Schleimhülle abgeworfen, unter lebhaften Wachstums — und Teilugsvorgängen sich allmählich in die schlanken vegetativen Zellen umgestalten. In zytologischer Hinsicht ist dazu folgendes zu bemerken. Zu Beginn der Keimung rücken die beiden Chromosomen nach der Mitte der Zelle und kom-

men in die Aequatorialebene zu liegen (Fig. 67, a-c). Sie erleiben nun eine Teilung in vier Tochterchromosomen, die zuerst nahe beieinander liegen, (Fig. 67, d, e, Mikrophot. 25 A), dann aber paarweise auseinanderrücken, webei einzelne Chromosomen beider Paare durch einen Chromatinfaden miteinander verbunden bleiben können (Fig. 67 f, Mikrophot. 25 B, vergl. auch Fig. 63 j, k). Damit ist die erste Zellteilung eingeleitet. Bevor jedoch die dazugehörige Plasmateilung vollzogen ist, teilt sich die Chromatinsubstanz, — indem sie sich bereits zur zweiten Zellteilung anschickt, gewöhnlich zum zweiten Male. (Fig. 67, g.). Ist nun die Plasmateilung erfolgt, so enthält eine jede Tochterzelle vom Anfang an vier Chromosomen und ist demnach zur nächsten Teilung bereit. Folgen, —wie dies in der Keimungsperiode die Regel ist, — die Zellteilungen rasch aufeinander, so kann sich dieser Vorgang, — indem die Teilung der Chromatinsubstanz der Plasmateilung immer vorgreift, — mehrmals wiederholen.

Das azidophile Stäbchen (Thaxter'sches Körperchen), das sich in den Sporen immer nachweisen lässt, pflegt während der Keimung zu schwinden.

Reservefett, sofern solches gebildet wurde und in den Sporen enthalten ist, wird während der Keimung verbraucht.

Aus obiger Untersuchung folgt, dass *Polyangium fuscum* und *Myxococcus virescens* in zytologischer Hinsicht weitgehende Übereinstimmung erkennen lassen, dabei aber doch bemerkenswerte Abweichungen aufweisen.

Beiden Arten ist gemeinsam, dass sie echter Zellkerne entbehren.

Beide weisen in ihrem Innern stäbchenartige, sich durch Längsteilung vermehrende Chromosomen auf, die bei jeder Art in konstanter Zahl vorhanden sind.

Beide Arten lassen in ihrer Entwicklung eine haploide und eine diploide Phase unterscheiden.

Bei beiden Arten beruht die die diploide Entwicklungsphase beschliessende Chromatinreduktion auf Tetradenbildung und nachfolgendem Abstossen einer bestimmten Anzahl der nun haploiden Chromosomen.

Bei beiden Arten findet die auf die Chromatinredukion folgende haploide Phase in einer als Autogamie zu deutenden Chromosomenverschmelzung ihren Abschluss, die in die diploide Phase herüberleitet.

Die zwischen *Polyangium fuscum* und *Myxococcus virescens*

festzustellenden Unterschiede sind einerseits durch die abweichende Chromosomenzahl bedingt, andererseits beruhen sie darauf, dass bei *Myxococcus*, bei dem die Autogamie vor der Chromatinreduktion erfolgt, die vegetativen Stäbchenzellen als haploid, die zu Fruchtkörpern vereinigten runden Sporen [Mikrozysten [1]] aber als diploid zu betrachten sind, während bei *Polyangium fuscum* die vegetative Entwicklung auf die diploide Phase entfällt und die haploide sich lediglich auf die kurze Zeitspanne zwischen stattgefundener Reduktion und nachfolgender Autogamie beschränkt.

Aus dem Biologisch-Botanischen Institut der Universität Lwów.

ERKLÄRUNG DER TEXT-FIGUREN.

Fig. 63. Zellteilung. — Fig. 64. Zellen von der Oberfläche junger Fruchtkörper. Chromatinverfall. — Fig. 65. Chromatinreduktion — Fig. 66. Autogamie. — Fig. 67. Sporenkeimung.

ERKLÄRUNG DER MIKROPHOTOGRAPHIEN.

(Tafel XIX.)

1. Vegetative Zelle mit zwei Chromosomen. S. Fig. 63, a. Verg. 1500x.

2. Zellteilung. Beide Chromosomen rücken zusammen. S. Fig. 63, b-d. Vergr. 1500x.

3. Zellteilung. A. Das Chromatinklümpchen in der Zellmitte besteht aus zwei beieinander liegenden Chromosomen. S. Fig. 63, e-g. B. Vier durch Teilung entstandene Chromosomen. S. Fig. 1 i, m. Vergr. 1500x.

4. Zellteilung. Das längliche Chromatingebilde besteht aus vier querliegenden Chromosomen. S. Fig. 63, i, h. Verg. 1500x.

5. Zellteilung. Vier im Auseinanderrücken begriffene Chromosomen. Die beiden mittleren sind noch miteinander zu einem scheinbar einheitlichen Gebilde vereint. S. Fig. 63, m. Verg. 1500x.

6. Zellteilung. Die vier Chromosomen rücken paarweise auseinander. Die Chromosomen des unteren Paares sind noch zu einem gemeinsamen Chromatingebilde vereint. Verg. 1500x.

7. Zellteilung. Zelle mit zwei Chromosomenpaaren. S. Fig. 63. j-l. Verg. 1500x.

8. Zellteilung. Zwei Zellen mit je 2 Chromosomen. S. Fig. 63, p. Verg. 1500x.

9. A. Ein junger, B. ein älterer Fruchtkörper; die Wände der Fruchtkörper an bezeichneten Stellen deutlich geschichtet. Mikrotomschnitt. Verg. 150x.

---

[1]) Siehe H. Krzemiewska: Acta Soc. Bot. Polon. Voll. VII. 1931.

10. Dasselbe Präparat 300x vergrössert. Die Wand des jungen Fruchtkörpers lässt ihre Zusammensetzung aus dichtgedrängten (am Präparat schräggeschnittenen) Zellen erkennen.

11. Eine Zelle von der Oberfläche eines jungen Fruchtkörpers. Chromatinverfall verbunden mit Körnchenbildung. S. Fig. 64, e. Verg. 1500x.

12. Chromatinreduktion. In jeder Zelle zwei Chromatingebilde, die aus je vier Chromosomen bestehen. S. Fig. 65, d-f. Verg. 1500x.

13. Chromatinreduktion. Die zu zwei Gruppen vereinigten Chromosomen beginnen sich von einander loszutrennen S. Fig. 65, g, i. Verg. 1500x.

14. Chromatinreduktion. Chromosomen unregelmässig gelagert. S. Fig. 65, g-j. Verg. 1500x.

15. Chromatinreduktion. Neben dunkelgefärbten Chromosomen sind undeutliche Überreste anderer zu sehen, die der Reduktion erlegen sind. S. Fig. 65, k. l. Verg. 1500x.

16. Endstadium der Chromatinreduktion. Zwei erhaltengebliebene Chromosomen und Überreste eines dritten. S. Fig. 65. n. Verg. 1500x.

17. Autogamie. Zelle mit zwei Chromosomenpaaren. S. Fig. 66 d. Verg. 1500x.

18. Autogamie. Beide Chromosomenpaare sind zusammengerückt. S. Fig. 66, e, f. Verg. 1500x.

19. Autogamie. Die zu Paaren verbundenen Chromosomen liegen eng beieinander und scheinen darum zusammenzufliessen. A. so wie Mikrophot. 18. — B. zwei, bereits verkürzte Doppelchromosomen S. Fig. 66, h, i. — C. so wie Mikrophot. 17. — Verg. 1200x.

20. Autogamie. Der dunkle Chromatinfaden einer jeden Zelle besteht aus zwei beieinanderliegenden Doppelchromosomen. S. Fig. 66, f, g. Verg. 1500x.

21. Autogamie. Der aus zwei bivalenten Chromosomen bestehende Chromatinfaden S-artig gewunden. S. Fig. 66, k, l, Verg. 1500x.

22. So wie Mikrophot. 21. Verg. 1200x.

23. Autogamie. A. bivalente Chromosomen im Auseinanderrücken begriffen. S. Fig. 66, o. — B. so wie Mikrophot. 19. B. — Verg. 1200x.

24. Sporenkeimung. A. Vier beieinander gelagerte Chromosomen. S. Fig. 5. d, e. — B. Die vier Chromosomen sind paarweise auseinandergerückt. Beide Paare sind durch einen Chromatinfaden verbunden. Fig. 67, f, g. Verg. 1500x.

Materjały do flory Polesia.

(Juncaceae i Cyperaceae)

napisała

IRENA DĄBKOWSKA.

(wpłynęło 22. V. 1933.)

WSTĘP.

Materjały do niniejszej pracy, która w przyszłości obejmie całą florę Polesia, zbierałam w miesiącach wiosennych i letnich począwszy od roku 1926 włącznie. Początkowo był to tylko materjał zielnikowy z moich wycieczek wakacyjnych, później korzystałam z zasiłku Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademji Umiejętności, nakoniec, w ostatnich latach, zbierałam rośliny, pracując, w Biurze Projektu Meljoracji Polesia. Są to więc materjały gromadzone, być może, nieco dorywczo, niemniej jednak celowo.

Niechaj mi wolno będzie tutaj podziękować Panu Prof. B. Hryniewieckiemu za gościnne udzielenie mi miejsca do pracy w swym Zakładzie, oraz P. Dr. R. Kobendzy za sprawdzenie i pomoc w oznaczaniu trudniejszych gatunków.

Przy robieniu spisów posiłkowałam się pracą Prof. J. Paczoskiego: „Flora Polesia i prinadleżaszczich miestnostiej". Zadanie polegało na skontrolowaniu na mapie i wyznaczeniu miejscowości i stanowisk, leżących w obrębie obecnych granic Polski. Gatunków podawanych przez Prof. Paczoskiego z poza tych granic nie uwzględniałam zupełnie.

Stanowiska cytowane z pracy Prof. Paczoskiego ujęte są w nawiasy, dla odróżnienia od moich, przyczem uwzględniałam nietylko stanowiska samego autora lecz także tych, na których autor się powołuje.

Należy tutaj omówić gatunki rzadsze, zwłaszcza należące do atlantyckiego i pontyjskiego elementu, których, jak się okazuje,

jest na Polesiu dość dużo. Trudno się zgodzić z twierdzeniem Prof. Paczoskiego jakoby gatunki te stanowiły przedlodowcowe relikty. Trudno przypuścić aby teren, który podlegał zlodowaceniu, nie posiadający żadnych wyniosłości, mógł zachować reliktową florę, zwłaszcza atlantycką. Niejednolity charakter florystyczny a raczej wybitne zmieszanie elementów, również nie popiera tej teorji. Należy raczej przyjąć, że elementy atlantycki i pontyjski dostały się na Polesie drogą immigracji, ułatwioną przez liczne i szerokie doliny rzeczne, która miała miejsce już w czasach holoceńskich. Jeśli azalję pontyjską uważa się za roślinę reliktową, to należy pamiętać, że stanowiska jej leżą na krawędzi Polesia i tylko dlatego może być za takową uznana. Sprawę tą zresztą rozstrzygnął już Prof. Szafer, zaliczając azalję do reliktowych oreofitów, wieku trzeciorzędnego (prawdopodobnie), przyjmuje jednak możliwość wędrówki w postglacjale, w okresie subarktycznym lub borealnym [1]).

W tej części opracowanych materjałów, w rodzinach *Juncaceae i Cyperaceae* ciekawemi i zupełnie dla wschodniej Polski nie notowanemi gatunkami są *Carex arenaria* L. i C. *Lygerica* J. Gay. Turzyce te były dotychczas znane z piaszczystych wybrzeży Bałtyku, oraz z okolic Poznańskiego i Śląska, gdzie trafiały się dość rzadko. Obie były znalezione przezemnie w jednej miejscowości i rosły blizko siebie. Nie można w tym wypadku mówić o zawleczeniu, gdyż znalezione były w zupełnie dzikiej okolicy, nad jeziorem położonem wśród lasów, w znacznej odległości od sadyb ludzkich i pól uprawnych.

Również gatunkiem nowym, jakkolwiek znalezionym już poprzednio przez Prof. Kulczyńskiego, jest *Carex brunescens* (Pers.) Poir. Znajdowany dotychczas na Pomorzu i w Prusach Książęcych. Jest to na torfowiskach poleskich turzyca dość pospolita i prawdopodobnie można ją będzie odnaleźć także i na Wileńszczyźnie.

Roślinność Polesia uważana była dotychczas za bardzo ubogą i wogóle niezbyt obfitą w ciekawsze elementy. Jednak wystarczy zapoznać się bliżej z samym terenem aby zaryzykować z góry postawienie przeciwnego wniosku. Wbrew ustalonej opinji, głoszącej beznadziejną monotonię tej krainy Polesie jest terenem wybit-

---

[1]) K. Stecki i C. Jakóbczyk w pracy p. t. „Występowanie azalji pontyjskiej na Wołyniu i Polesiu" (Acta Soc. Bot. Pol. Vol. IX.) uzależniają jej występowanie od obecności skał krystalicznych płyty ukraińsko - wołyńskiej.

nie zróżnicowanym. Wydmy piaszczyste — śródleśne, leżące nad rzekami i jeziorami, przylegające do bagien i torfowisk — dają bogate w gatunki zespoły i ich kombinacje. Wśród torfowisk znaleźć można wszelkie typy, które połączone ze sobą łańcuchami stadjów przejściowych, dają pełny obraz ich powstawania i rozwoju. Bogactwo lasów mieszanych, szpilkowych i liściastych, wilgotnych, suchych i bagnistych, jest tak wielkie, że lasy Polesia zasługują na specjalne opracowanie bardziej może niż jakiejkolwiek innej krainy Polski.

Na północy Polesie zmienia zupełnie charakter dzięki krajobrazowi krawędzi moren nowogródzkich. Niespodzianką wśród pińskich bagien i piasków jest wyspa łohiszyńskich kredowych wzgórz. Na południowym wschodzie nadaje znów krajobrazowi odmienne cechy krawędź granitowej płyty ukraińskiej. Lecz nad tym zróżnicowanym krajobrazem dominuje Polesie właściwe, płaska równina, kraina szeroko rozlanych rzek, jezior i moczarów.

JUNCACEAE.

Juncus buffonius L. Przy drogach, rowach, na polach, bardzo pospolity na całym obszarze. Dolsk, Brodnica, Wołowel, pow. drohicki. Kamień Koszyrski, Nujno, Nakło pod Janowem k/Pińska, Łunin, Wólka, pow. łuniniecki, Nowy Dwór, Pohost Zahorodzki, pow. piński. Var. *fascinatus*. Koch. (P a c z o s k i: koło Pińska.).

J. supinus. Mönch. Na torfowiskach lub w wodzie, dość często. Jeź. Rogoźne, pow. Kamień Koszyrski, Ruck na osuszonem torfowisku wyżynnem. (E j s m o n d: Białowieża, P a c z o s k i: Pińsk, Pohost, Parohońsk.)

J. squarrosus. L. Torfowiska przejściowe, lasy sosnowe ze *Sphagnum* lub *Calluna*, często na całym obszarze. Nabinicze, pow. Kamień Koszyrski, Hock, pow. łuniniecki, Ruck, Owsicze, Drohiczyn, pow. drohicki, (E j s m o n d: Białowieża, G ó r s k i: Białowieża, Wiczówka, T w a r d o w s k a: Weleśnica, P a c z o s k i: Pohost, Parochońsk, Pińsk).

J. compressus Jacq. Brzegi wód, młaki śródleśne, torfowiska zniszczone wypasem bydła lub osuszone. Pospolity na całym obszarze. Bojary, pow. piński, Mikulicze, Nowosiółki, pow. łuniniecki, Ogdemer, pow. drohicki. (P a c z o s k i: Brześć, Giczyce, Puchowicze, Parcchońsk, Pińsk, Pohost, T w a r d o w s k a: Weleśnica.)

J. effusus. L. Brzegi wód, torfowiska, śródleśne mokradła, na całym obszarze pospolity. Hoszcza, pow. kosowski, Krymno, pow. Kamień Koszyrski, Bielin, Glinna nad kan. Królewskim, pow. drohiski, (R e j n g e r d: Hrywda, E j s m o n d: Białowieża, P a c z o s k i: Brześć, Pińsk, Baranowicze, T w a r d o w s k a: Weleśnica.)

J. conglomeratus L. Zdaje się rzadziej od poprzedniego. Lubieszów nad rzeką, (E j s m o n d: Białowieża, T w a r d o w s k a: Weleśnica, P a c z o s k i: Łuniniec, Pińsk.)

J. glaucus. Ehrh. Na torfowiskach nizinnych i w zaroślach dość rzadko. Swaryń nad kanałem, pow. Kamień Koszyrski, (P a c z o s k i: Brześć, T w a r d o w s k a: Weleśnica.)

J. filiformis. L. Na brzegach rzek, rowów i jezior, na nizkich torfowiskach, często na całym obszarze. Wólka k/Horodyszcza, Nobel, Nowy Dwór, pow. piński, jeź. Skoreń, pow. drohicki, Niewir nad Prypecią, jeź. Białe, pow. Kamień Koszyrski. (P a c z o s k i: Brześć, Pohost, Pińsk.)

J. alpinus Vill. Suche brzegi leśnych torfowisk wyżynnych, torfowiska, brzegi lasów, często. Nowy Dwór, Stoszany, pow. piński, Zaniwie, pow. drohicki, Drohiczyn, Ruck, pow. drohicki Wólka Szczytyńska, pow. Kamień Koszyrski.

J. lamprocarpus Ehrh. Polany śródleśne, brzegi lasów, pola. Mostyszcze, Łopatycze, Nowy Dwór, pow. piński, Zaniwie, pow. drohicki, Pniewno, pow Kamień Koszyrski. (P a c z o s k i: na całym obszarze bardzo pospolity.)

J. atratus Krocker. Torfowiska nizinne mniej bagniste, Łąki śródleśne, rozproszony na całym obszarze. Nowy Dwór, Łohiszyn, pow. piński, Wólka Szcztyńska, pow. Kamień Koszyrski, Hryczynowicze, Łuniniec, Sosnówka nad kan. Ogińskiego. (G ó r s k i: Stachów, T a n f i l i e w: Kożangródek, E i c h w a l d: Pińsk, P a c z o s k i: Brześć, Łuniniec, Stachów.)

Luzula pilosa (Host.) Gaud. Lasy, zarośla, zwłaszcza młodych brzóz. Mostyszcze, Nowy Dwór, Łopatycze pow. piński, (P a c z o s k i: Królewski most, Brześć, Parochońsk, Pińsk, Pohost, Łuniniec, T w a r d o w s k a: Weleśnica.)

L. pallescens (Wahlb.) Bess. W zaroślach i lasach nieocienionych. Nakło koło Pińska. (P a c z o s k i: Juchnowicze, Pińsk, Pohost, Baranowicze, Górki, Dąbrowica, T w a r d o w s k a: Weleśnica.)

L. multiflora (Ehrh.) Lej. Zarośla i lasy, zwłaszcza mieszane. Nowy Dwór pow. łuniniecki, Brodnica, Wojno, pow. drohicki, (E j s m o n d: i D r y m m e r: Białowieża, Brześć, P a c z o s k i: Baranowicze, Pińsk, Pohost, Górki, Parochońsk, T w a r d o w s k a: Weleśnica).

L. campestris (L) D. C. Łąki, wzgórza, suche zarośla, na całym obszarze często. Stoszany, Mostyszcze, Horodyszcze, Lubieszów, pow. piński. (P a c z o s k i: Kobryń, Brześć, Białowieża, Pińsk, Łuniniec, T w a r d o w s k a: Weleśnica.)

L. nemorosa (Poll.) E. Mey. Widne, suche lasy, bardzo rzadko. Tołkowo, pow. kobryński.

CYPERACEAE.

Cyperus fuscus L. Piaszczyste lub słabo zatorfowione brzegi jezior i rzek, dość rzadko. Motol nad Jasiołdą, pow. drohicki, Jezioro Rogoźne pow. Kamień Koszyrski, (T w a r d o w s k a: Weleśnica).

C. flavescens L. Na tychże stanowiskach co poprzedni lecz znacznie częściej. Dolsk nad jeziorem, pow. drohicki, Pohost Zahorodzki, pow. piński Sinkiewicze nad Łanią pow. łuniniecki, (E j s m o n d: Białowieża, T a n f i l i e w: Pińsk, Chojno, T w a r d o w s k a: Welesnica.)

Blysmus conpressus (L.) Panz. Łąki o słabem zatorfowieniu, brzegi wód, nie często. Zaniwie, pow. kobryński, Bielin n/kan. Królewskim, pow. drohicki. (P a c z o s k i: Brześć, Pińsk.)

Scirpus acicularis L. Brzegi rowów, jezior, rzek, na mokrych piaskach dość często. Jezioro Hoszcza, pow. kosowski, jeź. Skoreń. Radownia, pow. drohicki, (G ó r s k i: Sporów, E j s m o n d: Biaowieża, P a c z o s k i: Pohost, T w a r d o w s k a: Otylczyce.) Konotop, pow. drohicki.

S. pauciflorus Lightf. Rzadziej od poprzedniego. Jezioro Hoszcza, pow. kosowski, (P a c z o s k i: Pińsk.)

S. ovatus Roth. Brzegi rzek i jezior, nad rowami, często na całym obszarze. Jeź. Skoreń, pow. drohicki, Pniewno, pow. Kamień Koszyrski, Mikaszewicze, pow. łuniniecki. (G ó r s k i: w pow. kobryńskim.)

S. eupaluster (Ldb.) Rac. Pospolity na całym obszarze na brzegach jezior, rzek, rowów.

S. uniglumis Link. (G ó r s k i: Sporów.)

S. silvaticus L. Mokre zarośla olszynowe, brzegi wód, często na całym obszarze. Ostki, pow. sarneński, Krymno, pow. Kamień Koszyrski, Zieleniec n/kan. Królewskim, pow. drohicki. (P a c z o s k i: pospolity wszędzie.)

S. radicans Schkuhr (P a c z o s k i: tylko na wołyńskiej krawędzi Polesia.)

S. lacustris L. Brzegi rowów, jezior i rzek, na całym obszarze b. pospolity. Pohost Zahorodzki, pow. piński, jeź. Skoreń, pow. drohicki, jeź. Karasino, pow. Kamień Koszyrski, Uhrynicze n/Stochodem. (P a c z o s ki: pospolity na całym obszarze.)

Eriophorum vaginatium L. Torfowiska przejściowe i wyżynne na całym obszarze. Twardówka n/kan. Ogińskiego, pow. piński, Owsicze, Drohiczyn, Michałki, Dnieprzec, pow. łuniniecki. (P a c z o s k i: Pohost, Horodyszcze, Juchnowicze, Parochońsk.)

E. polystachium L. Torfowiska nizinne, na całym obszarze bardzo pospolita. Pniewno, pow. Kamień Koszyrski, Siedliszcze n/kan. Królewskim, Horodyszcze, Bojary, Stoszany, pow. piński. (E j s m o n d: Brześć, Snitowo, Kobryń, Białowieża, P a c z o s k i: Łuniniec, Pińsk, Parochońsk, Dąbrowica).

E. latifolium Hoppe. Na nizinnych torfowiskach na całym obszarze, pospolita. Hutory koło Derewka, pow. Kamień Koszyrski, Dnieprzec Peredił, pow. łuniniecki. (P a c z o s k i: Białowieża, T w a r d o w s k a: Weleśnica.)

E. gracile Koch. Torfowiska przejściowe, rzadziej. Borowna, pow. Kamień Koszyrski, Dolsk, pow. drohicki. (P a c z o s k i: Pohost.)

Rhynchospora alba Vahl. Torfowiska przejściowe i wyżynne, na całym obszarze, często. Ruck, Owsicze, Peredił, pow. drohicki, Lenin, Wiejno, pow. łuniniecki, Wólka Szczytyńska, pow. Kamień Koszyrski, Nowy Dwór, pow. piński. (E j s m o n d: Białowieża, G ó r s k i: Brodnica, T w a r d o w s k a: Weleśnica, R e j n g a r d: Hrywda.)

Carex dioica L. Torfowiska przejściowe, rzadko. Pod Drohiczynem, Nujno w pow. Kamień Koszyrski.

C. Davalliana Sm. Torfowiska przejściowe i śródleśne, dość rzadko. Tołkowo, pow. kobryński, Owsicze, pow. drohicki. (G ó r s k i: Białowieża.)

C. chordorrhiza Erh. Torfowiska nizinne, silnie mszyste, mokre, dość często. Wólka ławska, pow. piński, Hoszcza, pow. kosowski, Drużyłowicze, Błoto Dubowoje, pow. drohicki. Hryszczynowicze, Ludwików, pow. łuniniecki. (P a c z o s k i: Pohost, D r y m m e r: Białowieża.)

C. praecox Schreb. Suche brzegi rzek, wzgórza leśne, często na całym obszarze. Pow. sarneński nad Słuczą i Horyniem, Osownica, pow. drohicki, Tołkowo, Bielin, pow. kobryński, Nakło pod Janowem K/Pińska. (P a c z o s k i: Brześć.)

C. brizoides L. Wilgotne lasy liściaste, niezbyt często. Szlapań, pow. drohicki, Kletna, Mostyszcze, pow. piński, (P a c z o s k i: Białowieża, T w a r d o w s k a: Pińsk).

C. arenaria L. Piaszczyste wzgórza pod lasem, nad jeziorem, raz tylko znaleziony. Jezioro Białe, pow. Kamień Koszyrski.

C. Lygerica J. Gay. Wydmy piaszczyste nad jeziorem, pod lasem. Jezioro Białe, powiat Kamień Koszyrski.

C. intermedia Good. Janów koło Pińska, zarośla nad rzeką Samorówką, Pohost Zahorodzki, nad rzeką Bobrykiem, pow. piński.

C. vulpina L. Brzegi rowów, torfiaste zarośla, dość często. Błoto Czemerne pod Sarnami, Małkowicze nad rzeką Cną, pow. łuniniecki, Klesów, pow. sarneński, (P a c z o s k i: Białowieża, Brześć, Pohost, Pińsk, Mańkowicze).

C. echinata Murr. Suche łąki o słabem zatorfieniu, widne zarośla, nie często. Brodek, pow. kobryński. (P a c z o s k i: Białowieża, Pińsk, Pohost).

C. divulsa Good. Zarośla, lasy mieszane, dość często. Mostyszcze, pow. piński, Korsuń, pow. kobryński.

C. contigua Hoppe. Suche zarośla, zręby, polany, na całym obszarze dość często. Dolsk pow. drohicki, Bohdanówka, Hryczynowicze pow. łuniniecki, Horodyszcze, Kletna pow. piński. (E j s m o n d: Białowieża, P a c z o s k i: Pińsk, T w a r d o w s k a: Weleśnica).

C. paradoxa Willd. Łąki, torfowiska nizinne, brzegi rowów, niezbyt często. Drużyłowicze pow. drohicki, Ostki pow. sarneński. (E j s m o n d: Białowieża, P a c z o s k i: Łuniniec).

C. diandra Schrank. Torfowiska nizinne, mszyste, dość często. Wólka Szczytyńska pow. Kamień Koszyrski, Odryżyn pow. drohicki, Błoto Dubowoje n/kan. Królewskim, pow. drohicki, Dobra Ziemia pow. piński. (P a c z o s k i: Białowieża, Pohost).

C. leporina L. Torfowiska, łąki, rowy, mniej lub więcej suche, na całym obszarze bardzo często. Stoszany, Mostyszcze, pow. piński, Budcza i Ludwikowo nad Łanią, pow. łuniniecki, Zalesie pow. drohicki, Niewir nad Prypecią pow. Kamień Koszyrski. (P a c z o s k i: Białowieża, Brześć, Łuniniec, Pohost, Pińsk, Juchnowicze, Parochońsk, Baranowicze, T w a r d o w s k a: Weleśnica).

Var. argyroglochin Horn. (P a c z o s k i: Pińsk, Łuniniec, Pohost, Białowieża).

C. remota L. Wilgotne lasy liściaste, dość często. Odryżyn, Błoto Dubowoje n/kan. Królewskim pow drohicki, Dobra Ziemia n/kan. Ogińskiego pow. piński, Bohdanówka pow. łuniniecki. (P a c z o s k i: Białowieża, Borki).

C. brunescens (Pers.) Torfowiska nizinne, brzegi wód, młaki śródleśne, na całym obszarze dość często. Tolkowo pow. kobryński, Bohdanówka, Sosnówka nad kan. Ogińskiego pow. piński, Wiejno pow. łuniniecki, Niewir pow. Kamień Koszyrski, Ostki pow. sarneński.

C. paniculata L. (D r y m m e r: Białowieża).

C. canescens L. Torfowiska, brzegi wód, młaki śródleśne, często. Tołkowo pow. kobryński, Bohdanówka, Sosnówka n/kan. Ogińskiego, pow. piński, Jelno pow. łuniniecki, Polany (Błoto Dubowoje) pow. kobryński. (E j s m o n d: Białowieża, P a c z o s k i: Brześć, Łuninec, Pohost, Juchnowicze, Pińsk, Parochońsk, Baranowicze).

C. stellulata Good. Torfowiska nizinne, śródleśne, wilgotne lasy mieszane. Bór, Wiejno pow. łuniniecki, Twardówska n/kan. Ogińskiego pow. piński, Bielin pow. drohicki.

C. elongata L. Torfowiska nizinne, wilgotne łąki, dość często. Duboje n/kan. Królewskim, Ostki pow. sarneński. (P a c z o s k i: Białowieża, Brześć, Kobryń, Parochońsk, Pińsk, Pohost, Łuniniec).

C. Buxbaumii Wahlbg. E j c h w a l d: Brześć).

C. Hudsonii Bennet. Brzegi rzek i jezior, torfowiska nizinne, dość często. Babka nad Łanią pow. łuniniecki, Bojary nad Jasiołdą pow. piński, Mukoszyn pow. drohicki (P a c z o s k i: Pińsk).

C. caespitosa L. Torfowiska nizinne dość suche, polany leśne, rzadko. Ostki pow. sarneński, Tołkowo pow. kobryński. (P a c z o s k i: Białowieża, Pohost, Łuniniec).

C. Buekii Wimm. Bagniste brzegi wód, bardzo rzadko. Bokinicze nad rzeką Bobrykiem.

C. gracilis Curt. Torfowiska nizinne, brzegi wód, na całym obszarze bardzo pospolita. Babka nad Łanią, Jowicze, pow. łuniniecki, jeź. Pohost, Janów k/Pińska, nad rzeką Samorówką, Domohoszcza nad Jasiołdą pow. piński, jeź. Białe pow. Kamień Koszyrski, Ostki pow. sarneński. (P a c z o s k i: Kożangródek, T w a r d o w s k a: Weleśnica).

C. Goodenoughi Gay. Łąki, torfowiska nizinne i przejściowe, bardzo-pospolita na całym obszarze.

Var. *genuina* Schmalh. Pospolita wszędzie.

Var. juncella Fr. Pospolita.

Var. tricostata. Rzadsza od poprzednich (P a c z o s k i: Dąbrowica, Pińsk).

C. pilulifera L. (P a c z o s k i: piaszczyste lasy sosnowe i suche łąki torfowe koła Pińska).

C. montana L. Lasy sosnowe i suche łąki, bardzo rzadko. Socha pow. drohicki. (T w a r d o w s k a: Weleśnica).

C. digitatata L. Lasy mieszane i zarośla, rzadko. Wielka Głusza pow. Kamień Koszyrski. (T w a r d o w s k a: Weleśnica, P a c z o s k i: Białowieża).

C. tomentosa L. (E i c h w a l d: Brześć).

C. ericetorum Poll. Lasy suche, nie zacienione, niezbyt często. Łowcza pow. łuniniecki, Horodyszcze nad Stochodem pow. Kamień Koszyrski (P a c z o s k i: Kobryń Pińsk, Parochońsk Łopatycze, T w a r d o w s k a: Weleśnica).

C. caryophyllea Latour. Łąki suche o słabem zatorfieniu, widne lasy, nie często. Bielin pow. drohicki, Drohiczyn koło przystanku.

C. limosa L. Torfowiska nizinne i przejściowe, dośc często. Ludwikowo, Dnieprzec, pow. łuniniecki, Wyłazy, Soszna, pow. piński, Wielka Głusza Niewir pow. Kamień Koszyrski. (E j s m o n d i D r y m m e r: Białowieża, P a c z o s k i: Pohost).

C. panicea L. Łąki, torfowiska nizinne, polany leśne, dość pospolita. Pow. sarneński nad Słuczą, Nowy Dwór, Sokołówka n/kan. Ogińskiego, pow. piński, Łunin — Wólka pow. łuniniecki, Janów k/Pińska. (E j s m o n d: Kobryń, Brześć, Białowieża, P a c z o s k i: Pohost).

C. palescens L. Poręby zarośla, lasy mieszane, bardzo często. Kożeliczyn n/kan. Królewskim, Stoszany, Mostyszcze, Soszna, pow. piński, Ruczki pow. drohicki, Hoszcza pow. kosowski, Swaryń pow. Kamień Koszyrski (P a c z o s k i: Białowieża, Brześć, Pińsk, Parochońsk, Pohost, Łuniniec, T w a r d o w s k a: Weleśnica).

C. pilosa Scop. (E j c h w a l d: Brześć, G ó r s k i: Białowieża).

C. pseudocyperus L. Mokre olszyny, brzegi wód, zarośla, na całym obszarze bardzo często. Nowy Dwór, Lemieszewicze, pow. piński, Rozdziałowicze, Lenin pow. łuniniecki, Glinna, Błoto Dubowoje n/kan. Królewskim pow. drohicki. Wólka Szczytyńska pow. Kamień Koszyrski. (E j s m o n d: Białowieża. P a c z o s k i: Łuniniec, T w a r d o w s k a: Weleśnica).

C. silvatica Huds. Lasy mieszane i liściaste, dość rzadko. Peredił koło Bohdanówki pow. łuniniecki, Łohiszyn, Dobra Ziemia pow. piński, Drużyłowicze pow. drohicki.

C. distans L. Torfowiska nizinne i łąki śródleśne, dość często. Glinna n/kan. Królewskim i Ogdemer pow. drohicki, Kruhowicze pow. łuniniecki, Brodek pow. kobryński (P a c z o s k i: Pińsk).

C. flava L. Torfowiska nizinne, łąki, na całym obszarze bardzo pospolita. Farynki, Pniewno, Borowna pow. Kamień Koszyrski, Hoszcza pow. kosowski Łuniniec, Mikaszewicze, Wołcza pow. łuniniecki, Horodyszcze, Nowy Dwór pow. piński, Błoto Dubowoje, Zalesie, Wołowel pow. drohicki. (E j s m o n d: Białowieża, P a c z o s k i: Pińsk).

C. lepidocarpa Tausch. Na brzegach torfowisk przejściowych, na torfowiskach nizinnych, zwłaszcza śródleśnych, dość często. Bohdanówka, Pieszczanka pow. łuniniecki, Peredił koło Rucka pow. drohicki. Wólka Ławska pow. piński.

C. Oederi Retz. Brzegi torfowisk przejściowych, torfowiska nizinne zwłaszcza zniszczone wypasem bydła lub podsychające, często na całym obszarze, Pieszczanka, Kormuż, Puzicze pow. łuniniecki, Ruck pow. drohicki, Tołkowo pow. kobryński, Stoszany, Lemieszewicze pow. piński. (P a c z o s k i: Brześć, Pińsk, Parochońsk).

C. rostrata Stokes. Torfowiska nizinne, brzegi wód, na całym obszarze pospolita. Łyszcze nad Wiślicą pow. piński, Kożeliczyn, Siedliszcze

n/kan. Królewskim pow. drohicki, Małkowicze nad rzeką Cną, Morocz pow. łuniniecki, Pniewno, Niewir, Nujno, Wielka Głusza pow. Kamień Koszyrski. (E j s m o n d: Białowieża, P a c z o s k i: Parochońsk, Łuniniec).

C. *vesicaria* L. Mokre olszyny i zarośla, nadrzeczne torfowiska, tereny okresowo zalewane wodą, na całym obszarze bardzo często. Pniewno, Kamień Koczyrski, Horodyszcze, Pohost Zahorodzki, Stoszany, Bekinicze pow. piński, Glinna nad Piną pow. drohicki, Gawrylczyce nad Łanią pow. łuniniecki, jezioro Rogoźne i Białe pow. Kamień Koszyrski (P a c z o s k i: Kobryń, Pińsk, Snitowo, Pohost, E j s m o n d: Białowieża, T w a r d o w s k a: Weleśnica).

C. *acutiformis* Ehrh. Nad brzegami rzek, na torfowiskach, dość rzadko. Nowy Dwór nad Cną pow. łuniniecki, Ogdemer pow. drohicki (P a c z o s k i: Parochońsk).

C. *riparia* Curt. Torfowiska nizinne, nad brzegami rowów i rzek, dość rzadko. Czarny Prybok pow. piński, Czuczewicze Wielkie pow. łuniniecki. (P a c z o s k i: Białowieża, Snitowo, Pińsk, Łuniniec).

C. *glauca* Murr. Łąki słabo zatorfione, suche brzegi lasów, polany, dość często. Domohoszcza nad Jasiołdą, Mostyszcze pow. piński, Sinkiewicze nad Łanią pow. łuniniecki, Duboje pow. drohicki (P a c z o s k i: zachodnia część Polesia i krewędź wołyńska).

C. *lasiocarpa* Ehrh. Torfowiska nizinne i przejściowe, dość często na całym obszarze. Wyłazy, Stoszany, Soszna pow. piński, Pieszczanka, Jelno pow. łuniniecki, Odryżyn, Owsicze pow. drohicki, Wólka Szczytyńska, Niewir w stronę jeź. Białego, pow. Kamień Koczyrski, Hoszcza pow. kosowski (P a c z o s k i: Parochońsk).

C. *hirta* L. Trafia się w dwóch formach: na torfowiskach nizinnych, na brzegach rowów i rzek, jako forma bagienna. Nowosiółki, Hryczynowicze, Kormuż pow. łuniniecki, Dobra Ziemia, Stoszany, Nowy Dwór pow. piński, Błoto Dubowoje n/kan. Królewskim pow. drohicki, Borowna nad Stochodem pow. Kamień Koszyrski. Druga forma, piaszczysta, rośnie na brzegach lasów, w miejscach nie ocienionych, na piaskach: nad brzegami Słuczy pow. sarneński, Ogdemer pow. drohicki, Nowy Dwór pow. piński. (E j s m o n d: Białowieża, P a c z o s k i: Kobryń, Brześć, Łuniniec, Pohost, Pińsk).

LITERATURA.

J. P a c z o s k i: Flora Polesia i prinadleżaszczich miestnostiej. (Trudy impierator. Pietiersburg. Obszczestwa Izsliedowatielej. t. 27. 1897).

— O formacjach roślinnych i pochodzeniu flory poleskiej. (Pamiętnik Fizjograficzny t. 16. Warszawa 1900).

W. S z a f e r: Rośliny polskie. Lwów—Warszawa 1924.

— Element górski we florze niżu polskiego. (Rozpr. Pol. Akad. Um. t. 69. Serja B. Nr. 3)

G. H e g i: Illustrierte Flora von Mittel — Europa. München Bd. II.

R e h m a n: Kotlina Prypeci. Ateneum t. 2 i 3. 1886.

H. C z e t t o t o w a: Element atlantycki we florze Polski. Rozp. Ak. Um. T. 25/26 Serja III. A/B 1928.

S. K u l c z y ń s k i: Element borealny i arktyczno - górski. Rozp. Akad. Um. T. 23/24. A/B. 1927.

Wpływ ciał koloidowych na pobieranie soli $CaCl_2$ przez korzenie roślin.

Über den Einfluss von Kolloidsubstanzen auf die Aufnahmefähigkeit von $CaCl_2$ durch die Wurzeln der Pflanzen.

napisał

JÓZEF PASTEWSKI.

(wpłynęło 29. V. 1933.)

WSTĘP.

W ostatnich dwudziestu latach kwestja mechanizmu pobierania soli mineralnych przez korzenie roślin była przedmiotem badań szeregu fizjologów. W roku 1915 włoski uczony Pantanelli[1]) badał metodą kultur wodnych pobieranie soli mineralnych przez różne rośliny. W swoich badaniach posługiwał się metodą analizowania roztworu soli przed zanurzeniem roślin do płynów badanych i po ich wyjęciu. Z różnicy określał ilości soli zasorbowane przez rośliny. Doświadczeniami stwierdził, że roślina pobiera jony soli zdysocjowanych, w różnym wzajemnym stosunku. Nie określił jednakże mechanizmu pobierania jonów, a w szczególności nie wyjaśnił co się dzieje z nadmiarem niepobranych jonów. Zagadnienia te wyjaśniły późniejsze prace: Stoklasy[2]) oraz Hoaglanda[3]) a także badania Lemańczyka[4]) i wreszcie doświadczenie Niklew-

---

1) Pantanelli E.: Jahrb. f. wiss. Bot. **56**, 714 (1915).

2) Stoklas'a J.: Über die Verbreitung des Alluminiums. str. 227. (1922). Jena.

3) Hoagland D. R.: Soil Science **16**. 225 (1923).

4) Lemańczyk: Badania fizyko-chemiczne nad absorbcją soli potasowych przez system korzeniowy roślin. Extr. du Bull. de l'Acad. Pol. des Sc. Cracovie 1926, p. 1109.

skiego, Krausego i Lemańczyka[1]). Okazało się, że roślina w miejsce jonów pobranych wydziela do roztworu inne jony tego samego znaku.

Przy pobieraniu anjonów najważniejszym czynnikiem wymiany jest CO_2, wytwarzany przez komórkę roślinną.

Istotnie znany jest oddawna fakt, że przy pobieraniu jonów NO_3 z azotanów środowisko alkalizuje się wskutek tworzenia się Na_2CO_3 względnie $Na HCO_3$. Dokładniejsze obserwacje Lemańczyka wykazały, że na wymianę anjonów służy prócz CO_2, HCO_3 również H_2PO_4. Nowsze badanie, zwłaszcza Lemańczyka, dowiodły, że w miejsce np. pobranego kationu K wydzielała roślina Ca i Mg. Autor ten również wykazał, że pobieranie jonów zależy od stopnia dyspersji koloidów plazmy. Z badań tych wynika, że intensywność pobierania katjonu K zależy od towarzyszących mu anjonów i zmniejsza się według następującego szeregu: $NO_3 > Cl > CO_3 > SO_4 > H_2 PO_4$ W tym samym też kierunku zmniejsza się stan dyspersyjny koloidów komórki. Stan dyspersyjny koloidów komórkowych roślin ma przeto doniosłe znaczenie przy przenikaniu soli mineralnych do korzeni rośliny. Już Kahho[2]) wykazał, że sole mineralne przenikają do komórki roślinnej nie z jednakową szybkością, uszeregować je można w następującym porządku: K > Na > Li > Mg > Ba > Ca; przyczem pierwiastki stojące z lewej strony szybciej, z prawej zaś wolniej przenikają, a więc K najszybciej Ca najwolniej prenika, co też podkreślił Fitting[3]). Również okazało się, że im pierwiastek jakiś wolniej przenika przez błonę plazmatyczną komórki t. zn., że w szeregu powyższym stoi na prawej stronie, tembardziej hamuje pobieranie innych łatwiej przyswajalnych katjonów.

I tak Mg w porównaniu do Ca ma większą zdolność przenikania przez błonę plazmatyczną, i też mniej hamuje pobieranie np. potasu. Powyższe zjawisko związane jest zdolnością słabszego, względnie silniejszego strącania koloidów przez poszczególne pierwiastki. Sól, która posiada zdolność silniejszego wytrącania koloidu, słabiej przenika przez błonę plazmatyczną i naodwrót. Koloidy plazmy są naładowane ujemnie. Katjony więc działają strącająco na koloid plazmy, a anjony rozluźniająco. Kahho również anjony uszeregował w następującym szeregu: cytrynowy $> SO_4 <$ winowy $> Cl <$

---

1) Niklewski, Krause i Lemańczyk: Jahrb. f. wiss. Bot. **69**, 101—116 (1928).

2) H. Kahho Biochem. Zeitschr. **123**, 284—303 (1921).

3) H. Fitting. Jahrb. f. wien. Bot. **56**, 1—62 (1915).

$NO_3 > Br > J$; a więc najwięcej rozluźniająco działa anjon cytrynowy, a najmniej J. Badania M e v i u s a[1]) potwierdzają fakt obserwowany przez K a h h o, że wapn z pierwiastków dwuwartościowych ma najmniejszą zdolność przenikania przez błonę plazmatyczną. Stwierdził to na: *Pinus pinaster, Tradescantia, Onobrychis sativa i Zea mays.* Wszędzie wapń najsilniej działał strącająco na koloidy plazmatyczne. Autor ten podobnie jak K a h h o tłumaczy niewielkie pobranie soli wapniowej działaniem zasklepiającem Ca na błonę plazmatyczną, przez co podana sól nie może być pobrana łatwo. Z przenikania owych soli można przeto wnioskować o stanie dyspersyjnym koloidów plazmatycznych. Wobec stwierdzonego w ostatnich latach wpływu ciał koloidowych na wzrost roślin, zachodzi pytanie, czy owe ciała koloidowe wpływają na przepuszczalność plazmy dla pewnych jonów, względnie czy pod wpływem koloidu zmienia się stan dyspersyjny p l a z m y.

Przypuszczenie takie jest o tyle uzasadnione, że, jak już wyżej wspomniałem, ciała koloidowe, wpływają na wzrost korzeni roślin (H i l t n e r[2]), K o c h[3]), N i k l e w s k i i K r a u s e[4]) i H i l i t z e r[5]). Wprawdzie H i l t n e r i K o c h, którzy podobne fakty notują jak N i k l e w s k i i K r a u s e i H i l i t z e r, tłumaczą je wyrównaniem reszt kwasowych, czy też zasadowych; chociaż H i l t n e r zastrzega się co do tej hipotezy. Uważa, że należy w tym kierunku przeprowadzić obszerniejsze badania. Badania N i k l e w s k i e g o i K r a u s e g o, w których użyto roztworu koloidowego agar-agaru i hydrozolu meta wodorotlenku żelazowego do kultur wodnych, wykazały dodatnie działanie ciał koloidowych na wzrost korzeni. Przy omawianiu wyników autorzy odrzucają interpretację H i l t n e r a i określają działanie koloidu jako stymulację, nie przesądzając jej istoty. H i l i t z e r w swoich badaniach zauważył, że PH ma drugorzędne znaczenie. Doniosłe znacznie dla badań wpływu ciał koloidowych na plazmę ma praca

---

1) W. M e v i u s, Jahrb. f. wiss. Bot. 69, 119—188 (1928).

2) E. H i l t n e r. Fortschritte der Landwirtschaft. 1 (1926) 328.

3) K o c h. A. Reiche Ernten auf magerem Sandboden. Mitt. d. deutsch. Landw. Ges. Bd 21, 1915 (wedł. E. Hiltner).

4) B. N i k l e w s k i i A. K r a u s e. Wpływ ciał koloid. na rozwój rośl., 1—6 (1929). Doświadcz. Roln. T. IV. cz. III. Warszawa.

B. N i k l e w s k i Wpływ ciał koloidowych obornika na rozwój korzeni roślin. Dośw. Roln. T. VII. cz. III. Warszawa 1931.

5) H i l i t z e r A. Über den Einfluss der Humusstoffe auf das Wurzelwachstum Beih. z. Bot. Zentrabl. T. 49. 1932. 467.

M e n g d e h l' a [1]), który, używając krzemionki koloidowej, wykazuje dodatnie jej działanie na pobieranie soli mineralnych azotu z azotanów, potasu z chlorków, siarczanów i fosforanów przez *Aspergillus niger.* Autor ten przeprowadził również szereg podobnych badań z następującemi roślinami: *Triticum vulgare, Zea mays, Hordeum vulgare, Cucurbita pepo i Pisum sativum.* W swoich badaniach zauważył wszędzie pod wpływem krzemionki intensywniejszy przyrost suchej masy korzeni. Również stwierdził, coprawda niezawsze, dodatnie działanie koloidalnej krzemionki na sorbcję soli badanej, posługując się metodą P a n t a n e l l e g o. Jednakże nie tłumaczy, na czem dodatnie działanie koloidalnej krzemionki polega. Wobec wyników stwierdzonego faktu, że koloidalna krzemionka zmienia zdolność pobierania pewnych składników mineralnych przez komórkę roślinną, powstało pytanie, czy to działanie jest specyficzną własnością krzemionki, czy też wogóle reakcją ciał koloidowych na błonę plazmatyczną.

B u t k i e w i c z W. W. i W. S., którzy to zjawisko badali, w r. 1926 stwierdzili, że w pożywkach krzemionkowych roślina kwas fosforowy intensywniej pobiera aniżeli bez krzemionki. Sol krzemianowy zwiększa przepuszczalność błon dla jonów. Prawo D o n n a n a ma szerokie zastosowanie przy przenikaniu jonów przy zjawiskach osmotycznych.

Odnośnie do mikroorganizmów już oddawna stwierdzono dodatnie działanie pożywek koloidowych. Niewątpliwie pożywka agarowa zpowodu swej struktury koloidowej szczególnie nadaje się do hodowli bakteryj. Własności koloidowe pożywki decydujące znaczenie mają przy wyodrębnieniu czystych kultur *Azotobaktera.* K r z e m i e n i e w s k i [2]) stwierdził, że asymilcja wolnego azotu przez Azotobaktera jest w czystych kulturach z dodatkiem próchnicy około 10 razy większa niż bez dodatku. P r a ż m o w s k i [3]) wskazuje na to, że przyczyną dodatniego działania próchnicy na *Azotobaktera* jest koloidalny stan tego związku. W ostatnich latach Z i e m i ę c k a [4]) wykazała dodatni wpływ gelu krzemionkowego na pobieranie związków fosforowych przez *Azotobaktera.* Z badań D z i e r z b i c k i e g o [5]) wynika, że ciała humusowe wpływają dodatnio na rozwój drożdży przy małej ilości szczepionki.

[1]) H. M e n g d e h l, Jahr f. wiss. Bot. **75**, 252—293 (1931).

[2]) S. K r z e m i e n i e w s k i, Centr. f. Bakt. Abt. II. **23**, 161 (1909).

[3]) P r a ż m o w s k i. Centr. f. Bakt. Abt. II. 37, 299 (1913).

[4]) Z i e m i ę c k a. Rocz. Nauk Rolnicz. 22, 343 (1929).

[5]) D z i e r z b i c k i. Centr. f. Bakt. Abt. II. 25, 296 (1910).

Wobec tych faktów wydawałoby się prawdopodobnem, że i u wyższych roślin ciała koloidowe mogą wywierać dodatni wpływ na pobieranie soli mineralnych.

Zbadanie tej sprawy jest przedmiotem niniejszej pracy. Jako sól zastosowałem chlorek wapnia; do doświadczeń użyłem koloidowego wyciągu wodnego obornika, oraz zawiesiny gliny, a jako rośliny użyłem buraków i gorczycy.

1. METODYKA.

1) Część chemiczno-analityczna.

Przy badaniu sorbcji soli przez rośliny najważniejszą jest rzeczą metoda dokładnego oznaczania jonów przed i po doświadczeniu, które chcemy zbadać. Dlatego największą uwagę zwróciłem na dokładność oznaczenia wapnia i chloru, ponieważ te jony miałem zbadać. W szeregu próbnych metod otrzymywałem wyniki niezadawalające, dlatego odrzuciłem je jako mniej dokładne. Wybrałem metodę semimikrochemiczną, najodpowiedniejszą i najdokładniejszą metodę przy oznaczaniu małych ilości wapnia. Metoda ta polegała na miareczkowem oznaczeniu strąconego szczawianu wapnia zapomocą nadmanganianu potasowego. Już Krüger[1]) oznaczał małe ilości wapnia w roztworach czystych, miareczkując 1/50 n roztworem $KMnO_4$. Richards[2]) podał sposób oddzielenia wapnia od magnezu przez dodatek NH_4Cl, De Ward[3]) oznaczał tą metodą wapno organicznych produktów. Hecht[4]) wykazał dostateczną ścisłość tej metody dla ilości 1—0,1 mg. Ca, przyczem dokładność tej metody nie cierpi przy obecności stokrotnej ilości fosforu i siedmiokrotnej ilości magnezu.

W badaniach swoich musiałem liczyć się z obecnością magnezu i kwasu fosforowego, więc wszystkie okoliczności przemawiały za wybraniem tej metody.

Postępowanie analityczne jest następujące: do wrzącego roztworu Dodaje się NH_4Cl, NaOH (dla zneutralizowania roztworu) i szczawianu amonowego, zawartość pozostawia się przez 4—5 godz. na wrzącej łaźni wodnej. W ten sposób strącony szczawian wapnia zbiera się na tyglu Gooch'a. Azbest, użyty do sączka, wygotowano w mięszaninie H_2SO_4 i $KMnO_4$ celem usunięcia związków redukujących, nadmiar nadmanganianu potasu usunięto zapomocą kwasu szczawiowego, następnie jak najdokładniej przemyto wodą gorącą. Osad szczawianu wapnia, zebrany na sączku azbestowym, przemywa się gorącą wodą amoniakalną tak długo, aż przesącz z

---

1) Krüger: Zeitschr. f. phys. Chem. **16**, 445 (1892).
2) Richards: Zeitschr. f. anal. Chem. **28**, 71 (1901).
3) De Ward: Bioch. Zeitschr. **97**, 176 (1919).
4) Hecht: Bioch. Zeitschr. **143**, 342 (1924).

H_2SO_4 po ogrzaniu już nie odbarwia $KMnO_4$; wtedy zmienia się odbieralnik na czystą kolbkę próżniową i przy dalszem użyciu pompy rozpuszcza się szczawian wapnia zapomocą ogrzanego 5% H_2SO_4 do kolbki; po dodaniu 1 cm H_2SO_4 (1:1) i lekkiem ogrzaniu miareczkuje się n/10 $KMnO_4$. Z ilości użytego nadmanganianu potasu o znanym mianie oblicza się zawartość wapnia.

Chlor oznaczono przez miareczkowanie azotanem srebra w obecności K_2CrO_4 według Mohr'a n/10 $AgNO_3$, aż do wytworzenia się osadu chromianu srebrowego.

PH w doświadczeniach początkowych nie oznaczano; od doświad. 4—10 oznaczono wskaźnikiem uniwersalnym Merck'a.

Wobec tego, że miałem zbadać wpływ ciał koloidowych na pobieranie soli mineralnej, przeto założyłem ślepe doświadczenie, aby móc przekonać się, czy koloid nie sorbuje badanej soli i wogóle nie wpływa na wynik analizy.

Wyniki wykazały, że zarówno wyciąg obornika jak i zawiesina gliny nie sorbuje składników mineralnych, ani też utrudnia oznaczenia analitycznego obu pierwiastków.

2). CZĘŚĆ FIZJOLOGICZNA.

Przygotowanie materjału i technika doświadczenia.

Powszechnie jest wiadomo, że rośliny w stadjum początkowem intensywniej pobierają pokarmy, aniżeli w późniejszym okresie. Silniejsze pobranie soli mineralnych w młodym wieku umożliwia wyraźniejsze wysunięcie w sferę doświadczalnego uchwycenia zjawisk koloidowo chemicznych komórki. Doświadczenia wykonałem na roślinach młodych z silnie rozwiniętym i zdrowo wyglądającym systemem korzeniowym, posiadającym dobrze rozwinięte włośniki. Rośliny hodowano 3—4 tygodni w kulturach wodnych na pożywce v. d. Crone'go, często ją zmieniając i przewietrzając. Dzięki temu uzyskano dobry materjał doświadczalny: t. zn., że stan wegetatywny komórek był w chwili doświadczenia w stadjum optymalnego rozwoju. Zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe było tak wysokie, że nawet jednostronne podawanie jednej tylko soli przez krótki czas nie wywołało zakłócenia zwykłych fizjologicznych funkcji korzeni, a w szczególności pobieranie chlorku wapnia było czynnością normalną. Jako materjału doświadczalnego użyłem buraków „Sandomiersko-Wielkopolskiej Hodowli Nasion", odmiana cukrowa, które początkowo wysiewałem w piasku w drewnianych skrzynkach. Przesiewałem piasek na sicie celem usunięcia grubszych części. Po napełnieniu piaskiem skrzynki, aż do pożądanej wysokości i ubiciu, zasiewano buraki, następnie zwilżono wodą wodociągową i ustawiono w szklarni wystawionej na południe tak, że warunki rozwoju roślin były możliwie dobre. Pielęgnacja polegała na częstem zwilżaniu wodą. Gdy rośliny uzyskały odpowiedni stopień rozwoju przystąpiono do wypłukania z piasku delikatnym strumieniem wody. Po dokładnem oczyszczeniu roślin z piasku umieszczono je na mocnych krążkach drewnianych poprzednio wygotowanych, wyparafinowanych i powleczonych bibułą tak, że można było robić otwory takiej wielkości, aby roślina mogła swobodnie rozwijać

się i aby części nadziemne nie były zanurzone w płynie odżywczym. Rośliny umieszczono w dwulitrowych słojach zawierających pożywkę v. d. Crone'go o następującym składzie: 1 gr. KNO_3, 0,5 gr. $CaSO_4$, 0,5 gr. $MgSO_4$, 0,25 gr. $Ca_3(PO_4)_2$ i 0,25 gr., $Fe_3(PO_4)_2$ na litr wody. Rośliny przewietrzano zapomocą aspiratora dwa razy dziennie i pożywkę zmieniano co 9 dni. Uzupełniano ubytek wody, spowodowany transpiracją, w miarę potrzeby. W ten sposób uzyskano po 3—4 tygodniach zdrowe kultury: co się objawiało w dobrze rozwiniętym systemie korzeniowym i liściach zielonych o zdrowym wyglądzie; jeśli liście były bledsze, wykazywały jakiekolwiek objawy chorobowe, wyłączone rośliny te z doświadczenia. Przygotowane w ten sposób kultury służyły jako materjał doświadczalny. Każda z kultur składała się z 17 roślin, umieszczonych na krążku drewnianym. Technika samego doświadczenia, dla zbadania sorbcji przedstawiała się w sposób następujący: kultury roślin po wyjęciu z pożywki razem z krążkiem, umieszczono w naczyniu dużem, przez które przepływa woda wodociągowa, celem usunięcia cząsteczek fosforanu żelazowego z pożywki, silnie przylegającego do korzeni. Aby móc dokładnie oczyścić korzenie z owych cząsteczek, zostawiano je w wodzie na 12 godzin. W międzyczasie przygotowano roztwory, w których umieszczono rośliny. Roztwór chlorku wapnia, był przygotowany z czystych chemikalji preparatu Kahlbaum „zur Analyse". Woda służąca jako rozpuszczalnik, była podwójnie destylowana ze szkła przy użyciu K MnO_4. Obliczono teoretycznie ilość soli, tak żeby był roztwór około 1/40 n., odważono dokładnie na wadze analitycznej i rozpuszczono w wodzie. W ten sposób przygotowany roztwór służył do badania sorbcji $CaCl_2$ przez rośliny, w zależności od dodatku koloidu. Przygotowanie koloidu polegało na odpowiedniem przygotowaniu tak, żeby był odpowiedniego stężenia i aby nie zawierał takiej substancji organicznej, która by mogła wywołać ujemny wpływ na korzenie roślin. Zawiesinę gliny przyrządzono w sposób następujący: dodano 0,5 gr. gliny na litr wody. Po kilkakrotnem zamieszaniu zawiesiny w przeciągu pierwszych dwóch dni po odstaniu przelewano zawiesinę do wysokiego cylindra, z którego po upływie dalszych trzech dni drobną zawiesinę odciągano lewarem z nad osadu. Wyciąg obornika przyrządzono w sposób następujący: odważoną ilość kilkomiesięcznego dobrze przefermentowanego obornika bydlęcego, umieszczono w dużym lejku, którego odpływ zamknięto wężem gumowym ze ściskaczem. Zalewano dwukrotną ilością wody destylowanej i zostawiono na 12—24 godz. Po tym czasie wyciąg wodny opuszczono i zalewano ponownie wodą. Czynność tę powtarzano do 10 razy. Wyciąg 3-ci lub 4-ty już nie wykazywał części gnilnych, co można było stwierdzić zapachem. Wyciągów, które wskazywały zapach ciał gnilnych, względnie jakiegokolwiek zmętnienia, nie używano do doświadczeń. Przezroczysty, jasnożółty wyciąg analizowano, przyczem nie zawierał on ani wapnia ani chloru. Odmierzono zapomocą pipety 200 cm^3 płynu badanego ($CaCl_2$); i 20 cm^3 wyciągu kol. obor. względnie 20 cm^3 zawiesiny gliny, do zlewek jenajskich objętości 250 cm^3, wysokości 9 cm, średnicy 6,5 cm. Korzenie przed przenoszeniem do płynów badanych, przepłukiwano początkowo wodą wodociągową potem destylowaną, a następnie podwójnie destylowaną. Rośliny przeniesiono do zlewek okrytych czarnym papierem zawierających $CaCl_2$. Krążki spoczywały na cień-

kich pręcikach szklanych, opartych na górnej krawędzi zlewek. Korzenie zwłaszcza dłuższe zaginały się trochę u dołu naczyń, lecz mimo to cały system posiadał wygodną pozycję. Odmierzony do naczyń płyn doświadczalny w ilości 250 cm^3 sięgał na wysokość 7,7 cm, po zanurzeniu kultur poziom trochę się podnosił; lecz nie znajdował się bliżej niż 0,6 cm odległości od krążka. Zaznaczono ten poziom na ściankach naczynia i na tej wysokości utrzymywano go przez cały czas doświadczenia. Wodę wytranspirowaną przez rośliny, oraz wyparowaną przez otworki krążka, w miarę ubytku dopełniano, żeby utrzymać początkową objętość płynu. Doświadczenie trwało zwykle 48 godzin z wyjątkiem jednego doświadczenia tyczącego ustalenia czasu pobierania.

Najważniejszą rzeczą, dla należytego przeprowadzenia badań, było ilościowe oznaczenie $CaCl_2$ płynu pozostałego po ukończeniu danego doświadczenia. Pierwotny roztwór zostaje w składzie zmieniony w różnym kierunku i z analizy chcemy wnioskować o charakterze zjawisk, które miały miejsce między płynem a korzeniami. Postępowanie celem jaknajdokładniejszego zebrania płynu, pozostającego po ukończeniu doświadczenia przedstawia się następująco: po wyjęciu roślin z badanego roztworu trzymano je nad nim tak długo, aż możliwie dokładnie płyn z korzeni ociekł. Przyczepione resztki soli ($CaCl_2$) do korzeni zmyto zanurzając kolejno w trzech obok stojących parowniczkach, zawierających 50 cm^3 H_2O destylowanej. Następnie przelewałem ilościowo wszystkie płyny, t. zn. roztwór doświadczalny i wodę, którą przepłukiwano, do kolby miarwej na 500 cm^3. W szeregu prób przekonałem się, że taki sposób wypłukiwania jest dostateczny. Ostatnia frakcja wody już nie wykazywała obecności ani Ca ani Cl. W doświadczeniach nad sorbcją soli przez korzenie należy uwzględnić to, że mimo zachowania możliwie jednakowych warunków, wzrost kultur był rozmaity. Aby usunąć i ten błąd, który mógłby powstać przy porównaniu stosunków sorbcji u różnie rozwiniętych systemów korzeni, w tym celu oznaczono suchą masę korzeni i wartości liczbowe sorbcji sprowadzono do jednakowej ilości suchej masy, mianowicie do $1/10$ grama, ponieważ sucha masa korzeni około tej wartości wahała się. Każde doświadczenie było przeprowadzone conajmniej w dwóch a nawet i więcej szeregach.

2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA.

Doświadczenie Nr. 1.

Buraki, założono 8/4. 32.

Wpływ czasu działania roztworu soli na intensywność i na pobieranie jej przez rośliny.

Na początku badań wysunęła się kwestja ustalenia odpowiedniego czasu trwania dla wszystkich doświadczeń.

Obserwacje nad przebiegiem sorbcji w różnym czasie Pantanellego[1]) oraz Lemańczyka[2]), wykazały, że proces

[1]) Pantanelli. l. c. str. 719.

[2]) Lemańczyk. l. c. str. 1125.

TABLICA Nr. 1- Buraki
Wpływ czasu na sorbcję $CaCl_2$.

Wprowadzono mg:
Ca. — 91,5 Cl, — 162,3

dnia 8. IV. 32 r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P.	czas pobierania	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni				stosunek równoważnikowy
			miligramów		miligram — równoważ.		Ca:Cl = 1:
			Ca	Cl	Ca	Cl	
1			2,1	3,4	0,11	0,10	0,9
2	6 godz.		2,3	4,3	0,12	0,12	1
3			2,2	4,5	0,11	0,13	1,18
4			2,8	5,1	0,14	0,14	1
5	12 "		2,9	5,4	0,15	0,15	1
6		$CaCl_2$	2,9	5,3	0,15	0,15	1
7			3,1	5,6	0,15	0,16	1,06
8	24 "		3,1	6,0	0,16	0,17	1,06
9			3,1	6,2	0,16	0,17	1,06
10			4,4	7,4	0,22	0,21	0,95
11	48 "		4,0	6,7	0,20	0,18	0,9
12			4,2	7,6	0,21	0,21	1

ten objawia się już stosunkowo po krótkim czasie, kilku godzin. Przeto uważałem za wskazane ustalić czas trwania dla wszstkich doświadczeń. W tym celu założyłem doświadczenie w sposób następujący: 12 szeregów roślin podzieliłem na 4 kombinacje po 3 szeregi. W 1 kombinacji rośliny zanurzono na 6 godzin, w 2 komb. na 12 godz., w 3 komb. na 24 godz., a w 4 komb. na 48 godzin.

Pod szeregiem należy rozumieć jedną kulturę składającą się z 17 roślin na 1 krążku. W dalszym ciągu pracy będę używał terminu szeregu.

Wyniki doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 1, z której widzimy, że rośliny sorbowały podaną sól w ilości równoważnikowej jak 1:1. Małe odchylenie od jedności, jak 1:1,02 należy tłumaczyć nieuniknionemi błędami doświadczalnemi. W okresie pierwszych 6 godzin rośliny intensywniej pobierają oba pierwiastki.

Jeśli przyjmiemy średnią z 3 szeregów w pierwszych 6 godzinach za 100%, to pobranie po 48 godzinach jest 190,9% dla Ca, a Cl 178 %.

Doświadczenia Nr. 2.

Buraki.

TABLICA Nr. 2 Buraki.

Koloid na okres pobierania soli dodany do roztworu $CaCl_2$.

Wprowadzono mg:

Ca. — 96,8 Cl. — 171,5

dnia 25. IV. 32 r. doświadczenie trwało 48 godz

L.P. szereg	roślina w roztworze	Pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 korzeni				st-k równoważ. Ca:Cl=1:
		miligramów		miligramo-równoważ.		
		Ca	Cl	Ca	Cl	
1	Ca Cl_2	4,4	6,1	0,22	0,17	0,7
2		4,3	6,2	0,21	0,18	0,8
3		4,7	6,0	0,23	0,14	0,6
4	Ca Cl_2+20 cm³ koloidu obornika	7,0	7,9	0,35	0,22	0,6
5		7,6	7,8	0,37	0,22	0,6
6		7,8	7,9	0,39	0,22	0,6

Wpływ koloidu na pobieranie Ca Cl_2 przez buraki.

Celem tego doświadczenia jest stwierdzenie, czy koloid obornika, dodany na czas pobierania soli, wywiera jakikolwiek wpływ na sorbcję Ca Cl_2.

Założyłem dnia 25. IV. 1932 r. w sposób następujący:

6 szeregów roślin podzieliłem na dwie kombinacje po 3 szeregi; I komb. zanurzona w Ca Cl_2, II komb. zanurzona w Ca Cl_2 z dodatkiem 20 cm³ kol. obornika.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 2, z której widzimy, że koloid obornika zwiększył sorbcję Ca Cl_2.

Jeśli przyjmiemy średnią z komb. I-ej za 100%, to w drugiej dla wapnia jest 166,6, chloru 159,5. Stosunek równoważnikowy waha się jak 1:0,74 w kombinacji I-ej, w drugiej z dodatkiem 20 cm³ kol. oborn. 1:0,6 odmiennie jak w doświadczeniu pierwszem. Przyczyna nierównomiernego pobrania obu jonów nie jest dotychczas wyjaśniona Pantanelli w swoich badaniach otrzymał na 95 doświadczeń tylko w 5 przypadkach równomierne pobranie.

Z tego wynika, że obecność koloidu zwiększa przepuszczalność błony plazmatycznej w większym stopniu dla wapnia, aniżeli chloru.

Doświadczenie Nr. 3.

Gorczyca.

TABLICA Nr. 3. Gorczyca

Koloid na okres pobierania soli dodany do roztworu Ca Cl_2

Wprowadzono mg:

Ca — 95,4, Cl — 169,8 dnia 1/V./32 r. doświadczenie trwało 48 godzin.

L. P. szereg	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr korzeni				stosunek równoważników
		miligramów		miligramo-równoważ.		Ca:Cl=1:
		Ca	Cl	Ca	Cl	
1	Ca Cl_2	3,1	6,8	0,15	0,19	1,3
2		2,9	5,9	0,14	0,17	1,2
3		3,0	4,4	0,15	0,12	0,8
4	Ca Cl_2+20 cm^3 koloidu obornika	4,4	8,0	0,22	0,22	1
5		4,1	7,2	0,21	0,20	0,95
6		4,2	6,2	0,21	0,17	0,8

Wpływ koloidu obornika na pobieranie Ca Cl_2 przez gorczycę.

Założyłem dnia 1. V. 1932 r. w sposób następujący: 6 szeregów podzieliłem na 2 kombinacje po 3 szeregi

I komb. zanurzono w Ca Cl_2

II komb. zanurzono w Ca Cl_2 z dodatkiem 20 cm^3 kol. obornika.

Wyniki są zestawione w tablicy Nr. 3, z której widzimy, że koloid obornika zwiększył sorbcję Ca Cl_2; zgodnie z wynikami poprzedniego doświadczenia.

Jeśli przyjmiemy średnią z kombinacji I-ej za 100%, to w drugiej dla wapnia jest 140, chloru 124,5. Stosunek równoważnikowy waha się jak 1:1,1 w kombinacji I-ej a w drugiej z dodatkiem 20 cm^3 koloidu obornika jak 1:0,92.

Z tego wynika, że i w tym przypadku obecność koloidu zwiększa przepuszczalność plazmy dla wapnia w większym stopniu, aniżeli chloru.

Doświadczenie Nr. 4.

Buraki.

Doświadczenie orjentacyjne.

Celem tego doświadczenia jest stwierdzenie, czy koloid obornika, względnie zawiesiny gliny, dodane do pożywki mineralnej,

TABLICA Nr. 4 Buraki

Doświadczenie orjentacyjne

Wprowadzono w mg:

Ca — 96,8; Cl — 171,5

dnia 22. V. 32 r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P. szereg	rośliny hodowane na pożywce mineralnej	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni — miligram. Ca	miligram. Cl	miligr. rów. Ca	miligr. rów. Cl	Stosunek równoważnikowy Ca:Cl=1:
1	pożyw. min.	$CaCl_2$	4,3	5,4	0,22	0,20	0,9
2	pożyw. min. + koloid obornika		6,3	8,1	0,31	0,23	0,74
3	poż. min.	$CaCl_2$ + 20 cm^3 wyciągu obornika	6,2	7,2	0,31	0,24	0,7
4	pożywka mineralna + koloid		9,0	9,5	0,45	0,30	0,66
5	poż. min.	$CaCl_2$ + 20 cm^3 zawiesiny gliny	6,2	9,7	0,31	0,30	0,96
6	pożywka mineralna + zawiesina gliny		8,9	12,5	0,44	0,40	0,9

względnie dodane do pożywki mineralnej i do soli badanej na czas pobierania (48 godzin), wywiera wpływ i w jakim stopniu.

Doświadczenie to założyłem w sposób następujący; 6 szeregów roślin podzieliłem na 6 kombinacji.

I. komb. rośliny hodowane na pożywce mineralnej,

II. komb. rośliny hodowane na pożywce mineralnej z dodatkiem 25 cm^3 kol. obornika na 1 litr. pożywki, a na czas doświadczenia obie kombinacje roślin były zanurzone w roztworze $CaCl_2$,

III. komb. hodowane na pożywce mineralnej,

IV. komb. hodowane na pożywce z dodatkiem 25 cm^3 koloidu oborn. na 1 litr pożywki,

III. i IV. kombinacja roślin była zanurzona na czas doświadczenia w roztworze $CaCl_2$ z dodatkiem 20 cm^3 kol. obornika,

V. komb. rośliny hodowane na pożywce mineralnej,

VI. komb. rośliny hodowane na pożywce mineralnej z dodatkiem 25 cm^3 zawiesiny gliny na 1 l. pożywki mineralnej, a V i VI

na czas doświadczenia w roztworze $CaCl_2$ z dodatkiem 20 cm^3 tejże zawiesiny.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 4, z której widzimy, że koloid obornika i zawiesina gliny zwiększają sorbcję $CaCl_2$. Dodatek koloidu obornika do pożywki mineralnej zwiększa sorbcję $CaCl_2$ o 46,5% wapnia, chloru o 50%. Również dodatek koloidu obornika i zawiesiny gliny, dodanych do pożywki mineralnej po 25 cm^3 na 1 litr pożywki i 20 cm^3 na czas doświadczenia, zwiększa sorbcję $CaCl_2$. W kombinacji IV i VI o 109,3 i 106,9% dla wapnia i chloru o 75,9 i 131,4%.

Stosunek równoważnikowy waha się jak 1:0,7.

PH początkowe 7,8 końcowe	w I. komb.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	7,8	7,6	7,8	7,7	7,8	7,6

Jak widzimy z powyższych liczb PH zmienia się mniej więcej w tych samych granicach. Dodatek koloidów nie wpłynął na zmianę kwasowości.

Z tego doświadczenia wynika ciekawy rezultat, że wyciąg obornika, względnie zawiesina gliny, dodanych do pożywki wywarły wpływ na sorbcję $CaCl_2$, podobnie jak przy dodaniu do badanej soli.

Przy tem zjawisku mogą zachodzić dwie alternatywy: albo system korzonków rozwinął się silniej, albo pod wpływem ciał koloidowych zmieniła się struktura koloidalna błony plazmatycznej. Jeśli stosunek równoważnikowy ulega zmianie to świadczy, że pod wpływem ciał koloidowych zmieniała się prawdopodobnie struktura koloidowa, która przetrwała czas dłuższy i w następnym roztworze wywołała zwiększenie sorbcji soli badanej. Na tę kwestję zwraca się w następnych badaniach szczególniejszą uwagę.

Doświadczenie Nr. 5 i 5a.

Buraki.

Wpływ koloidu obornika, dodanego na czas hodowli roślin, względnie dodanego do roztworu $CaCl_2$.

Doświadczenie poprzednie zostało szczegółowo powtórzone. Mianowicie założyłem jedno doświadczenie 22. V., drugie 28. V;

TABLICA Nr. 5. Buraki.

Wpływ koloidu obornika dodanego na czas hodowli roślin względnie dodanego na czas pobierania $CaCl_2$

Wprowadzno mg:
Ca — 95,4 Cl — 169,8

dnia 22 V 32r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P. szereg.	rośliny hodowane na pożywce mineralnej	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni: miligram. Ca	miligram. Cl	miligram—równoważ. Ca	miligram—równoważ. Cl	Stosunek równoważnikowy Ca:Cl=1:
1	pożywka mineralna	Ca Cl_2	4,0	7,3	0,20	0.20	1
2			4,2	8,2	0,21	0,23	1,09
3			3,7	9,4	0,20	0,26	1,3
4	pożywka mineralna	Ca Cl_2 + 20 cm^3 koloidu obornika	8,6	11,1	0,40	0,31	0,77
5			8,1	10,8	0,40	0,30	0,75
6			7,4	10,3	0,37	0,30	0,81
7	pożywka mineralna + koloid obornika	Ca Cl_2	6,9	9,5	0,35	0,30	0,85
8			6.9	9,1	0,33	0,30	0,03
9			5,6	8,5	0,28	0,24	0,85

TABLICA Nr. 5a. Buraki.

Wpływ koloidu obornika dodanego na czas hodowli roślin, względnie dodanego na czas pobierania $CaCl_2$

Wprowadzono mg:
Ca — 95,4, Cl — 169,8

dnia 28. V. 32 r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P. szereg	rośliny hodowane na pożywce mineralnej	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnycn jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni: miligram. Ca	miligram. Cl	miligram — równoważ. Ca	miligram — równoważ. Cl	stosunek równoważnikowy Ca:Cl =1:
1	pożywka mineralna	$CaCl_2$	3,7	6,0	0,19	0,17	0,88
2			3,9	7,1	0,19	0,19	1
3			3,6	7,5	0,18	0,20	1,1
4	pożywka mineralna	Ca Cl_2 20 cm^3 kaloidu obor.	7,2	8,7	0,36	0,25	0,69
5			7,3	9,6	0,37	0,27	0,73
6			7,5	10,5	0,35	0,30	0.85
7	pożywka mineralna + koloid obornika	$CaCl_2$	6,0	8,1	0,30	0,23	0,76
8			6,2	8,5	0,31	0,24	0,77
9			6,5	9,0	0,33	0,26	0,78

w sposób następujący: 9 szeregów roślin podzieliłem na 3 kombinacje.

I. kombinacja rośliny hodowane na pożywce mineralnej, a na czas doświadczenia zanurzone w rotworze $CaCl_2$.

II. kombinacja pożywka ta sama co w I. komb., a na czas doświadczenia zanurzone w roztworze $CaCl_2$ z dodatkim 20 cm^3 koloidu obornika.

III. kombinacja pożyka mineralna + 25 cm^3 na litr pożywki mineralnej koloidu obornika, a na czas doświadczenia zanurzone w roztworze $CaCl_2$.

Wyniki tych dwóch doświadczeń zestawiono w tablicach Nr. 5 i 5a, z których widzimy, że dodatek wyciągu obornika do pożywki wywarł mniejszy skutek, aniżeli dodatek tego ciała do samej soli badanej.

Jeśli średnią z I. kombinacji tablicy 5-ej przyjmiemy za 100%, to w kombinacji II dla wapnia jest 205,1, chloru 128,9; w III-ej dla wapnia jest 166,6, chloru 108,4.

Jeśli średnią z I-ej kombinacji tablicy 5a przyjmiemy za 100%, to w II-ej jest dla wapnia 197,2, chloru 139,1; w kombinacji III-ej dla wapnia jest 167,5, chloru 123,1.

Widzimy, że te dwa identyczne w różnym czasie przeprowadzone doświadczenia dają bardzo podobne rezultaty.

Stosunek równoważnikowy w doświadczeniu piątem dla kombinacji I-ej jest 1:1,13, drugiej jak 1:0,77, trzeciej jak 1:0,87.

Stosunek równoważnikowy doświadczenia tablicy piątej a, dla kombinacji pierwszej jest jak 1:0,99, drugiej jak 1:0,76, trzeciej jak 1:0,77 zgodnie z poprzedniemi doświadczeniami.

Z tego wynika, że w obu doświadczeniach koloid obornika znacznie silniej podnosi przepuszczalność plazmy dla Ca, aniżeli chloru.

PH roztworu soli badanej przed doświadczeniem 7,8 przy końcu doświadczenia w kombinacji pierwszej 6,8; 6,5; 7, w drugiej 6,8; 6,5; 7, trzeciej 7,8; 6,5; 7.

Badania kwasowości przemawiają zatem, że nie zmiana PH zwiększa pobieranie jonów, lecz inne momenty, wynikające z charakteru koloidowego ciał. Doświadczenia powyższe przemawiają zatem, że przyczyną zwiększającej się przepuszczalności plazmy dla jonów jest zmiana struktury plazmy nie zaś zwiększenie korzeni. Gdyby działała tylko powiększona powierzchnia sorbcyjna, to ten wpływ, gdzie rośliny były przez 3 tygodnie w zetknięciu z ko-

loidem byłby silniejszy, aniżeli w przypadku zetknięcia przez krótki czas, 48 godzin.

Doświadczenie Nr. 6.

Buraki.

TABLICA Nr. 6 — Buraki.

Wpływ zawiesiny gliny dodanej na czas hodowli roślin, względnie dodanej na czas pobierania $CaCl_2$.

Wprowadzono mg.
Ca — 90,5, Cl — 160,7

dnia 18--VI-32 r. doświadczenie trwało 48 godzin.

L. P. szereg	rośliny hodowane na pożywce mineralnej	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni: miligram. Ca	miligram. Cl	miligram—równoważ. Ca	miligram—równoważ. Cl	stosunek równoważnikowy Ca:Cl=1:
1	pożywka mineralna	$CaCl_2$	4,2	5,5	0,21	0,16	0,76
2			4,6	6,2	0,23	0,18	0,78
3			4,3	5,8	0,22	0,16	0,72
4	pożywka mineralna + zawiesina gliny	$CaCl_2$	6,8	7,7	0,34	0,22	0,64
5			6,9	10,8	0,35	0,30	0,86
6			6,7	10,9	0,34	0,30	0,88
7	pożywka mineralna + zawiesina gliny	$CaCl_2$ + 20cm³ zawiesiny gliny	8,7	11,7	0,43	0,33	0,77
8			8,5	11,8	0,43	0,33	0,77
9			8,8	13,4	0,44	0,37	0,84

Wpływ zawiesiny gliny, dodanej na czas hodowli roślin względnie dodanej na czas pobierania $CaCl_2$.

Celem tego doświadczenia jest dokładniejsze poznanie wpływu zawiesiny gliny na przepuszczalność plazmy dla $CaCl_2$.

Założyłem dnia 18. VI. 1932 r. w sposób następujący: 9 szeregów roślin podzieliłem na trzy kombinacje po 3 szeregi;

I. kombinacja rośliny hodowane na pożywce mineralnej, a na czas pobierania zanurzone do roztworu $CaCl_2$,

II. kombinacja pożywka jak w pierwszej z dodatkiem 25 cm³ zawiesiny gliny na 1 litr pożywki mineralnej, a następnie były zanurzone w roztworze $CaCl_2$,

III. kombinacja hodowla roślin taka jak w kombinacji drugiej, a następnie rośliny były zanurzone w $CaCl_2$ z dodatkiem 20 cm³ zawiesiny gliny.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 6, z której widzimy, że dodatek zawiesiny do pożywki mineralnej jak

również i do soli badanej przyczynił się do zwiększenia sorbcji $CaCl_2$. Jeśli średnią z pierwszej kombinacji przyjmiemy za 100%, to w drugiej dla wapnia jest 154,5, chloru 165,6 w trzeciej dla wapnia 195,4, chloru 212.

Z powyższych cyfr wynika, że zawiesina gliny działa na przepuszczalność plazmy zarówno w przypadku jej obecności w roztworze chlorku wapnia jak i w przypadku dodatku gliny do pożywki. Najsilniejsze zwiększenie przepuszczalności nastąpiło wtedy, jeśli dodano zawiesinę gliny i do pożywki i do roztworu chlorku wapnia. Również z cyfr wnioskować należy, że obecność zawiesiny gliny zwiększa przepuszczalność błony plazmatycznej dla chloru w większem stopniu aniżeli dla wapnia. Działanie zawiesiny gliny jest w tym kierunku odmienne, aniżeli wyciągu koloidowego obornika.

Stosunek równoważnikowy waha się w kombinacji pierwszej jak: 1:0,75, drugiej jak 1:0,79 w trzeciej 1:0,79.

Jeżeli w tem doświadczeniu badamy stosunek równoważnikowy, to uderza, że i w pierwszych szeregach kombinacji pierwszej odbiega on od jedności. Przenikanie chloru jest o 1/4 mniejsze aniżeli wapnia. Atoli należy podkreślić ten fakt, że zawiesina dodana czy to do pożywki, czy to do roztworu soli mineralnej nieznacznie zmienia stosunek równoważnikowy pobranych soli.

PH na początku doświadczenia 7,8 przy końcu doświadczenia kombinacji pierwszej jest 7; 6,5; 6,5; drugiej 6,8; 6,5; 6,5 trzeciej 6,5; 6,5; 7. Dodatek zawiesiny nie wpłynął na zmianę kwasowości końcowej, gdyż waha się w tych samych granicach co w czystym roztworze.

Doświadczenie Nr. 7.

Buraki.

Wpływ zawiesiny gliny dodanej na czas hodowli roślin, względnie dodanej na czas pobierania $CaCl_2$.

Doświadczenie to założyłem dnia 23. VI. 32 r. w podobny sposób jak poprzednie. Mianowicie 9 szeregów roślin podzieliłem na trzy kombinacje po 3 szeregi.

I. kombinacja rośliny hodowane na pożywce mineralnej, następnie były zanurzone na czas pobierania w roztworze $CaCl_2$.

II. kombinacja hodowane tak samo, jak w pierwszej kombinacji, a na czas pobierania była dodana zawiesina gliny 20 cm^3 na 200 cm^3 płynu badanego.

III. kombinacja rośliny hodowane na pożywce mineralnej

TABLICA Nr. 7. Buraki.

Wpływ zawiesiny gliny dodanej na czas hodowli roślin, wzgl. dodanej na czas pobierania Ca Cl_2.

Wprowadzono w mg:

Ca — 90,5, Cl — 160,7 dnia 23-VI-32 r. doświadczenie 48 godzin.

L. P. szereg	rośliny hodowane na pożywce mineralnej	roślina w roztworze	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr korzeni miligramów		miligram — równoważ.		stosunek równoważników
			Ca	Cl	Ca	Cl	Ca : Cl = 1:
1	pożywka		4,3	6,7	0,22	0,18	0,85
2	mineralna	Ca Cl_2	5,1	7,8	0,26	0,22	0,84
3			5,2	8,0	0,26	0,22	0,84
4	pożywka	Ca Cl_2 + 20	6,8	8,4	0,34	0,24	0,77
5		cm^3 zawiesi-	7,9	10,4	0,39	0,29	0,74
6	mineralna	ny gliny	7,9	11,0	0,39	0,30	0,76
7	pożywka	Ca Cl_2 + 20	8,5	12,2	0,43	0,34	0,79
8	mineralna	cm^3 zawiesi-	8,5	11,8	0,43	0,33	0,76
9	+ zawiesina gliny	ny gliny	8,6	12,4	0,43	0,35	0,81

z dodatkiem 25 cm^3 zawiesiny gliny na 1 l. pożywki i na czas pobierania była dodana zawiesina gliny 20 cm^3.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 7, z której widzimy, że zawiesina, dodana do pożywki, bądź też do soli badanej, zwiększyła sorbcję $CaCl_2$.

Jeśli średnią z pierwszej kombinacji przyjmiemy za 100%, to w drugiej kombinacji jest dla wapnia 153, chloru 132, w trzeciej dla wapnia 173,4, chloru 161,3.

Stosunek równoważnikowy waha się w pierwszej kombinacji jak 1:0,84, w drugiej jak 1:0,73, w trzeciej jak 1:0,78.

PH na początku doświadczenia roztworu badanego 7,8 przy końcu doświadczenia w kombinacji pierwszej 7; 6,6; 6,5; drugiej 6,7; 6,5; 6,5, w trzeciej 6,5; 6,5; 7. Dodatek zawiesiny i w tem doświadczeniu nie wpłynął na zmianę kwasowości końcowej, gdyż waha się w tych samych granicach co w czystym roztworze jak również z dodatkiem zawiesiny gliny.

Wnioski tego doświadczenia są zbliżone do wniosków poprzedniego. Mianowicie dodatek zawiesiny zwiększa poważnie ilość pobranych jonów. Jeżeli dodano także do pożywki i do soli badanej, to ilość pobranych jonów jeszcze bardziej wzrosła. Jeżeli badano stosunki równoważnikowe pobranych jonów, to ulegają one pod wpływem zawiesiny bardzo nieznacznem wahaniom. Mianowicie

przepuszczalność wapnia jest nieco silniejsza niż chloru, odmiennie jak w doświadczeniu 6. Jednakże trudno rozstrzygnąć, czy ta zmiana polega na własności, jaką wywiera zawiesina, czy też wahania wywołane są nieuniknionemi błędami doświadczenia. W każdym razie doświadczenie to zgodnie z poprzedniemi jasno wykazuje, że zawiesina gliny nie wywiera tak znacznej zmiany na stosunek pobrania obu jonów, jak wyciąg obornika.

Doświadczenie Nr. 8.

BURAKI.

TABLICA Nr. 8. Buraki.

Wpływ obecności koloidów obornika, względnie zawiesiny gliny dodanych do wody, w której umieszczono na 18 dni rośliny wyhodowane w pożywce mineralnej, a potem wszystkie rośliny zanurzono na czas doświadczenia do roztworu $Ca\ Cl_2$.

Wprowadzono mg:
Ca — 90,5, Cl — 160,7.

dnia 28. VI. 32 r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P. szereg.	rośliny umieszczone w roztworze	roślina w roztworze	pobrano ilość poszczególnych jonów obliczono na 0,1 gr. korzeni miligramów		miligrem. — równoważ.		Stosunek równoważnikowy Ca:Cl = 1 :
			Ca	Cl	Ca	Cl	
1	H_2O	$Ca\ Cl_2$	3,6	3,4	0,18	0,10	0,6
2			3,5	3,5	0,17	0,10	0,6
3			3,6	3,6	0,18	0,10	0,6
4	$H_2O + 25 cm^3$ koloidu obornika		7,6	6,1	0,38	0,20	0,5
5			7,7	6,6	0,38	0,20	0,5
6			7,4	5,7	0,37	0,20	0,5
7	$H_2O + 25 cm^2$ zawiesiny gliny		7,8	7,7	0,39	0,22	0,56
8			7,9	8,1	0,40	0,23	0,57
9			8,3	8,6	0.41	0,24	0,6

Doświadczenie to założyłem w sposób następujący: początkowo wszystkie rośliny były hodowane na pożywce mineralnej przez 7 dni. Następnie podzieliłem na 3 kombinacje po 3 szeregi.

I. kombinacja woda wodociągowa.
II. „ „ „ + 25 cm^3 koloidu obornika na litr wody.
III. „ „ „ + 25 cm^3 zawiesiny gliny w tym samym stosunku.

Rośliny hodowano w wodzie przez 18 dni, zmieniając ją co trzeci dzień. Po upływie tego czasu wszystkie rośliny zanurzono na czas doświadczenia (48 godzin) do roztworu $CaCl_2$.

Wyniki doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 8, z której widzimy, że dodatek 25 cm³ koloidu obornika do wody, względnie zawiesiny gliny zwiększył sorbcję $CaCl_2$.

Jeśli przyjmiemy średnią z pierwszej kombinacji za 100%, to pobranie wapnia zwiększa się do 214,2, chloru 179, w trzeciej kombinacji wapnia do 228, chloru 238,1.

Stosunek równoważnikowy waha się jak 1:0,6, małe odchylenie 0,1 w kombinacji drugiej należy tłumaczyć nieuniknionemi błędami doświadczalnemi. Wyjątkowo niski stosunek równoważnikowy 1:0,6 tłumaczyć się może tem, że rośliny przebywały przez 18 dni w warunkach silnego głodu.

PH na początku doświadczenia soli badanej 7,8, przy końcu w kombinacji pierwszej 7; 6,5; 6,5; drugiej 7,6; 6,5; 7; trzeciej 6,5; 7; 6,5.

Wysnuwając wnioski z tego doświadczenia rozważyć należy dwie alternatywy: albo korzenie rozwinęły się silniej pod wpływem koloidów obornika, względnie zawiesiny gliny, albo koloid wpłynął rozluźniająco na błonę plazmatyczną i ten stan rozluźnienia przetrwał czas dłuższy i wywołał w soli badanej większą przenikliwość błony plazmatycznej dla danej soli. To doświadczenie przemawia za pierwszą alternatywą, dlatego, że rośliny przebywały długi czas w zetknięciu z koloidem, gdy równoległe kultury były w wodzie. Wobec roztworu koloidowego mogły się korzenie roślin rozwinąć, zaczem przemawia sucha masa korzeni. Aczkolwiek rezultaty obliczone są na jednostkę suchej masy, to jednak to nie uchyla możliwości, że większa ilość drobnych korzonków, względnie włośników mogła spowodować intensywniejsze pobieranie soli. To też wyniki powyższego doświadczenia przyjąć należy z zastrzeżeniem, gdyż nie mogą one posłużyć na poparcie tezy o działaniu rozluźniającem struktury plazmy przez kolloidy. Przebywanie roślin w roztworze koloidowym względnie w wodzie trwało bowiem zbyt długo.

Doświadczenie Nr. 9.

Buraki.

Wpływ różnej ilości koloidu obornika.

Celem tego doświadczenia jest stwierdzenie, jaka ilość koloidu działa najkorzystniej na sorbcję $CaCl_2$. Założyłem 26. VII. 32 r.

TABLICA Nr. 9. Buraki.

Wpływ różnej ilości koloidu obornika.

Wprowadzono mg:
Ca — 91,5, Cl — 162,3.

dnia 26. VII. 32r. doświadczenie trwało 48 godzin

L. P. szereg	różna ilość koloidu obornika	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni				stosunek równoważnikowy
		miligramów		miligram — równoważ		
		Ca	Cl	Ca	Cl	Ca:Cl = 1:
1	Ca Cl_2	3,7	5,6	0,18	0,16	0,88
2		3,5	5,0	0.18	0,14	0,77
3		3,8	6.4	0,19	0,18	0,94
4	Ca Cl_2 + 5 cm^3 koloidu oborn.	4,0	6,4	0,20	0,18	0,94
5		4,0	6,7	0,20	0,16	0,80
6		3,5	6,1	0,18	0,17	0,94
7	Ca Cl_2 + 10 cm^3 koloidu oborn.	4,2	7,5	0,21	0,21	1
8		4,3	6,8	0,21	0,19	0,9
9		4,3	6,9	0,21	0,17	0,8
10	Ca Cl_2 + 20 cm^3 koloidu oborn.	7,2	10,5	0,36	0,32	0,88
11		7,3	11,5	0,37	0,33	0,89
12		7,2	9,9	0,36	0,28	0,78
13	Ca Cl_2 + 40 cm^3 koloidu oborn.	5,5	9,3	0,27	0,26	0,96
14		5,2	8,9	0,26	0,25	0,96
15		4,8	8,1	0,24	0,23	0,95

w sposób następujący: 15 szeregów roślin podzieliłem na pięć kombinacji po 3 szeregi. Następnie 3 szeregi zanurzyłem w $CaCl_2$, a przy dalszych szeregach zastosowałem wzrastające ilości koloidu obornika.

Mianowicie 5, 10, 20, 40 cm^3 do tegoż roztworu $CaCl_2$.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 9, z której widzimy, że różna ilość koloidu odmiennie wpływała na sorbcję $CaCl_2$.

Jeśli średnią z trzech pierwszych szeregów przyjmiemy za 100%, to dla ilości

5	10	20	40	cm^3 koloidu obornika
105,5%	119,4%	200%	141,6%	jest przy wapnie
114,2%	125%	189,2%	155,4%	przy chlorze

Stosunek równoważnikowy waha się w $CaCl_2$ jak 1:0,86

w ilości	5	10	20	40	cm³ koloidu obornika
	1:0,89	1:0,9	1:0,85	1:0,96	

PH na początku doświadczenia soli badanej 7,8 przy końcu doświadczenia w pierwszej kombinacji 7,5; 6,5; 7,6; drugiej 7,6; 7,5; 7,6; trzeciej 7,7; 7,6; 7,5; czwartej 7,5; 7,6; 6,5; piątej 6,8; 6,8; 6,7. Dodatek i w tem doświadczeniu nie wpłynął na zmianę kwasowości soli badanej, jedynie w kombinacji piątej.

Z tego wynika, że obecność różnej ilości koloidu zmienia przepuszczalność błony plazmatycznej nie w jednakowym stopniu: od 5—10 cm³ krzywa wznosi się łagodnie, a 10—20 cm³ podnosi się gwałtownie, a przy ilości 40 cm³ opada. Punkt obniżenia może być spowodowany słabszym rozwojem systemu korzeniowego, albo mogły wywołać ujemny wpływ reszty ciał gnilnych niedostrzegalne gołem okiem.

Doświadczenie Nr. 10.

Buraki.

Wpływ różnej ilości zawiesiny gliny.

Celem tego doświadczenia jest stwierdzenie jaka ilość zawiesiny gliny działa najkorzystniej na sorbcję $CaCl_2$.

Założyłem 31. VII. 32 r. w sposób następujący: 15 szeregów roślin podzieliłem na 5 kombinacji po 3 szeregi. Następnie 3 szeregi zanurzyłem w $CaCl_2$, a przy dalszych szeregach zastosowałem wzrastające ilości zawiesiny gliny. Mianowicie 5, 10, 20, 40 cm³ do roztworu $CaCl_2$.

Wyniki tego doświadczenia są zestawione w tablicy Nr. 10, z której widzimy, że różna ilość zawiesiny gliny odmiennie wpływała na sorbcję $CaCl_2$. Jeśli średnią z trzech pierwszych szeregów przyjmujemy za 100%,

to dla ilości	5	10	20	40	cm³
jest dla wapnia	113,1	126,3	189,4	144,7	
chloru	127,7	140,7	211,1	166,6	

Stosunek równoważnikowy waha się w pierwszej kombinacji

jak 1:0,8 w ilości	5	10	20	40	cm³
jak	1:0,9	1:0,88	1:0,87	1:0,92	

PH na początku doświadczenia 7,8 przy końcu w kombinacji pierwszej 7,5; 6,5; 7,5, drugiej 6,5; 7,5; 6,5; trzeciej 7,5; 7,5; 7,5; czwartej 7,5; 6,8; 7; piątej 7,5; 7,5; 7,5.

TABLICA Nr. 10. Buraki.

Wpływ różnej ilości zawiesiny gliny.

Wprowadzono mg:
Ca — 91,5, Cl — 162,3

dnia 3'-VII-32 r. doświadczenie trwało 48 godz.

L. P. szereg.	różna ilość zawiesiny gliny	pobrane ilości poszczególnych jonów obliczone na 0,1 gr. korzeni — miligramów		miligram-równoważ.		stosunek równoważnikowy Ca : Cl = 1 :
		Ca	Cl	Ca	Cl	
1	$CaCl_2$	4,0	6,2	0,20	0,17	0,85
2		3,8	5,2	0,19	0,15	0,78
3		3,7	5,0	0,18	0,14	0,77
4	$CaCl_2 + 5\ cm^3$ zawiesiny gliny	4,4	6,9	0,22	0,19	0,86
5		4,2	7,1	0,21	0,20	0,95
6		4,3	6,9	0,21	0,19	0,90
7	$CaCl_2 + 10\ cm^3$ zawiesiny gliny	4,7	7,5	0,24	0,21	0,87
8		5,0	7,9	0,25	0,22	0,88
9		4,7	7,4	0,23	0,21	0,90
10	$CaCl_2 + 20\ cm^3$ zawiesiny gliny	7,4	11,6	0,37	0,33	0,89
11		7,6	12,0	0,38	0,34	0,89
12		7,2	10,7	0,36	0,30	0,83
13	$CaCl_2 + 40\ cm^3$ zawiesiny gliny	5,7	9,6	0,28	0,27	0,96
14		5,6	9,4	0,28	0,27	0,96
15		5,4	8,1	0,27	0,23	0 85

Dodatek różnej ilości zawiesiny nie wpłynął na zmianę kwasowości soli badanej, gdyż zmienia się w tych samych mniej-więcej granicach.

Z tego wynika, że obecność różnej ilości zawiesiny gliny w roztworze soli badanej, zmienia przepuszczalność błony plazmatycznej nie w jednakowym stopniu; od 5—10 cm^3. zawiesiny gliny dodanej do roztworu soli badanej krzywa wznosi się łagodnie, a od 10 — 20 cm^3 podnosi się gwałtownie, a przy 40 cm^3 opada.

4. DYSKUSJA WYNIKÓW.

Opisane doświadczenia, przeprowadzone w kulturach wodnych z burakami i gorczycą, umożliwiają poznanie przepuszczalności plazmy komórek korzeniowych buraków i gorczycy dla chlorku wapnia; a w szczególności doświadczenia umożliwiają wykazanie wpływu koloidowego wyciągu próchnicznego obornika oraz za-

wiesiny gliny na przepuszczalność błony plazmatycznej dla owej soli. Zwiększenie przepuszczalności pod wpływem ciał wyżej wspomnianych dla chlorku wapniowego, może mieć przyczynę bądź to wskutek zwiększenia powierzchni absorbcyjnej korzeni, bądź to wskutek zmiany struktury plazmatycznej; rozgraniczenie obu możliwości było przedmiotem rozważań przy wykonaniu niniejszych doświadczeń. Wobec tego, że są to pierwsze w tym kierunku podjęte doświadczenia, praca niniejsza ma charakter orjentacyjny.

Zanim przystąpiłem do właściwego tematu, starałem się poznać warunki pobierania chlorku wapnia przez korzenie użytych do doświadczeń roślin, to znaczy buraków i gorczycy. Okazało się w szeregu doświadczeń, że obie rośliny mogą pobierać oba jony w stosunku równoważnikowym jak 1:1 t. zn. że sól zostaje pobrana bez pozostawienia reszty. Atoli w szeregu przypadków zachodziły znaczne odchylenia od tego stosunku, stosunek się zmieniał, to znaczy rośliny więcej Ca pobierały, aniżeli Cl.

We wszystkich doświadczeniach, w których badano wpływ koloidu obornika dodanego do roztworu chlorku wapnia, stwierdzono, że ów koloid powoduje znacznie silniejsze pochłonięcie obu jonów przez korzenie roślin. Okres trwania tego doświadczenia jest zbyt krótki (48 godzin), aby mogła tutaj odgrywać jakąś rolę znacznie powiększona powierzchnia chłonna, to znaczy rozrost komórek, tembardziej, że z oznaczenia suchej masy korzeni wynika, że pod wpływem koloidów nie zaszły poważne zmiany. Jeżeli to stosunkowo krótkotrwałe działanie koloidu na korzenie roślin taki wywiera wpływ, że pobrana ilość soli wzrasta niekiedy o 100%, to przyczynę tego zjawiska upatrywać należy w oddziaływaniu koloidu na strukturę błony plazmatycznej komórek korzeniowych. Możnaby wprawdzie podnieść ewentualnie ten zarzut, że owa sól $CaCl_2$ wchodzi w jakiekolwiek połączenie z koloidem, które byłoby łatwiej przyswajalne, aniżeli czysta sól mineralna; jednakże podnieść należy ten fakt, że nietylko wapno, ale chlor zostaje energiczniej pobrany pod wpływem koloidu. Zasadniczo niema różnicy w zachowaniu obu roślin gorczycy i buraków, co z pewnem prawdopodobieństem przemawia za ogólnym charakterem tego zjawiska. Doświadczenie czwarte ma charakter orjentacyjny celem wyjaśnienia wpływu, jaki wywierają ciała koloidowe dodane do pożywki mineralnej. Z doświadczenia piątego wynika, że przy burakach energiczniej działał koloid dodany do roztworu $CaCl_2$, aniżeli dodany do pożywki. Wpływ koloidu dodanego do pożywki aczkolwiek był

wyraźny, to jednak był znacznie słabszy, aniżeli wpływ koloidu dodanego do roztworu $CaCl_2$, mimo że w pierwszym wypadku koloid działał w okresie dwóch tygodni wobec 48 godzin w wypadku drugim. Z tego porównania jasno wynika, że zwiększenie przepuszczalności wywołane koloidem, nie polega w znacznym stopniu na wzroście korzeni, lecz na zmianach strukturalnych błony plazmatycznej roślin. Porównując działanie wyciągu koloidowego obornika i zawiesiny gliny uderza ten fakt, że analogiczny wpływ, jaki wywiera koloid obornika, którego roztwór jest jednorodny, wywiera również zawiesina gliny, która pod względem fizyko-chemicznym ma odmienny charakter; jest to zawiesina drobnych cząsteczek, mikroskopowo dostrzegalnych. Jeżeli przeto oba tak różnorodne ciała wywierają podobny skutek na plazmę roślinną, to przypuszczalnie polega to na podobnem oddziaływaniu różnych ciał na strukturę plazmy. Zwłaszcza doświadczenie 7 wykazuje, że owa zawiesina gliny, dodana do roztworu $CaCl_2$, zwiększa przepuszczalność komórki dla owej soli bardzo poważnie. Jeżeli dodano ową zawiesinę gliny do pożywki i do roztworu $CaCl_2$, to pobranie obu jonów jeszcze bardziej wzrosło, jednakże to zwiększenie polegać może na silniejszym rozroście komórek. Oba ciała, koloid próchniczny obornika jak i zawiesina gliny, działające w bardzo niskich koncentracjach, wywierają mniejszy skutek, o ile je dodano do pożywki, natomiast silniej zwiększają przepuszczalność plazmy, jeżeli je dodano do roztworu chlorku wapniowego. To działanie przemawia zatem, że pod wpływem ciał koloidowych struktura plazmy uległa zmianie, przyczem pod wpływem wyciągu obornika silniej zwiększyła się przepuszczalność dla Ca aniżeli dla Cl, natomiast zawiesina gliny działa więcej równomiernie na oba jony. Można nawet tę tezę postawić, że pobudzanie roślin ciałami koloidowemi do silniejszego rozrostu ma swój początek w zmianie struktury plazmatycznej, to znaczy, że oba zjawiska są w przyczynowym związku.

Przytem podnieść należy, że PH pod wpływem dodatku koloidu i hodowanych roślin zmienia się w poszczególnych kulturach nieznacznie tak, że w każdym razie nie należy przypuszczać, by ten czynnik mógł zmienić przepuszczalność błony plazmatycznej dla $CaCl_2$.

5. ZESTAWIENIE WYNIKÓW.

1). Buraki i gorczyca sorbują $CaCl_2$ z soli zdysocjowanych roztworów, przyczem sól może być pobrana w całości bez pozosta-

wienia reszty to znaczy w stosunku równoważnikowym jak 1:1; jednakże w większości przypadków sorbowały więcej Ca niż Cl.

2) Efekt sorbcji na podstawie różnicy zawartości soli przed i po doświadczeniu można już wykazać po stosunkowo krótkim czasie sześciu godzin.

3) Wyciąg koloidowy obornika dodany do roztworu soli badanej zwiększa sorbcję $CaCl_2$, jednakże w większym stopniu wpływa na pobieranie Ca niż Cl.

4) Wyciąg koloidowy obornika dodany do pożywki mineralnej również przyczynia się do intensywniejszego pobrania $CaCl_2$, jakkolwiek działanie to jet słabsze od działania wyciągu koloidowego w przypadku dodania go do roztworu $CaCl_2$. Oba te działania mogą spowodować tak silne zwiększenie pobrania soli, że wzrasta ono o przeszło 100%.

5) Zawiesina gliny dodana do roztworu badanej soli zwiększa również sorbcję $CaCl_2$, jednakże nie wpływa na zmianę stosunku równoważnikowego, t. zn. zwiększenie dla wapnia jak i chloru jest prawie równomierne.

6) Zawiesina gliny dodana do pożywki także zwiększa pobranie soli $CaCl_2$, i to działanie jest prawie dorównywujące działaniu zawiesiny gliny w przypadku dodania jej do roztworu $CaCl_2$.

7) Wyciąg obornika zarówno jak i zawiesina gliny działa na przepuszczalność plazmy wobec $CaCl_2$ optymalnie w pewnej koncentracji.

8) Koncentracja jonów wodorowych względnie hydroksylowych zmienia się w kulturach z badanemi ciałami koloidowemi tylko nieznacznie tak, że zmiany w tym kierunku następujące nie mogą być uważane jako przyczyna obserwowanych zjawisk zmiany przepuszczalności plazmy dla $CaCl_2$.

9) Przyczyna zmiany przepuszczalności plazmy dla $CaCl_2$ polega najprawdopodobniej na zmianie struktury plazmy.

10) Przypuszczać nawet można, że zmiana struktury plazmy jest przyczyną pobudzającego działania ciał koloidowych na wzrost komórek korzeni roślin.

Panu Prof. Dr. *Br. Niklewskiemu* za kierownictwo pracą i cenne wskazówki składam na tem miejscu szczere podziękowanie.

Zakład fizjologji roślin i chemji rolnej Uniw. Poznańskiego.

RESUMÉ.

1. 3—4 wöchentliche Wasserkulturen von Zuckerrüben und Senf nahmen aus einer 1/40 norm. $CaCl_2$ - Lösung während 48 Std. deutlich wahrnehmbare Mengen von Ionen auf, und zwar in einem Äquivalentverhäitnis von 1:1; doch in der Mehrzahl der Fälle wurde mehr Ca" als Cl'ionen aufgenommen.

2. Die Aufnahme konnte schon nach 6 Std. wahrgenommen werden.

3. Ein kolloidaler Humusextrakt aus Stallmist bewirkte eine intensivere Aufnahme der Ionen, und zwar wurde mehr die Aufnahme von Ca" als Cl' ionen gefördert.

4. Wenn der Mistextrakt zur Nahrlösung zugesetzt wurde, wurde ebenfalls die Aufnahme der Ionen gefördert, doch weniger als im Falle des Zusatzes der Kolloidlösung zur $CaCl_2$ — Lösung. Beide Wirkungen konnten sich summieren, sodass die Ionenaufnahme bis auf 100% gesteigert wurde.

5. Ebenso steigerte ein Zusatz von Lehmaufschwemmung die Aufnahme des Salzes, jedoch beider Ionen fast in gleicher Weise.

6. Ebenso steigerte ein Zusatz von Lehmaufschwemmung zur Nährlösung die Aufnahme des Salzes in gleicher Weise, wie bei Zusatz zur Salzlösung.

7. Der Stallmistextrakt und die Lehmaufschwemmung steigerten die Durchlässigkeit des Plasmas für $CaCl_2$ bei einer optimalen Konzentration der Kolloidlösung.

8. Die Konzentration der H und OH - Ionen änderte sich in den Kultur - Lösungen mit Kolloiden nur unwesentlich, sodass die Kolloidwirkungen nicht in einer Änderung der Konzentration der H und OH - Ionen gesucht werden können.

9. Die Änderungen der Durchlässigkeit für $CaCl_2$ beruhen wahrscheinlich auf der Änderung der Plasmastruktur.

10. Es ist sogar anzunehmen, dass die Änderung der Plasmastruktur die Ursache der Reizwirkung der Kolloide auf das Wurzelwachstum bildet.

Badania nad proteazą u *Bact. prodigiosum*.

Recherches sur la protéase chez *Bact. prodigiosum*.

napisał
WACŁAW MOYCHO.

(wpłynęło I. VI. 1933.)

Skoro olbrzymia większość procesów przemiany materji w organiźmie zarówno zwierzęcym jak i roślinnym zachodzi pod wpływem odpowiednich enzymów, to należy przypuszczać, że i procesy syntezy i rozpadu ciał białkowych, występujące w każdej żywej komórce, wymagają odpowiednich enzymów — proteaz. Obecność ich istotnie stwierdzono zarówno u roślin wyższych jak i niższych. Np. Fischer (3) poddał badaniu 14 pospolitych roślin uprawnych i znalazł enzym proteolityczny u wszystkich tych roślin i we wszystkich organach.

U niższych zaś organizmów, jak bakterje, gdzie ciała białkowe wynoszą 40% do 70% suchej masy, obecność proteaz powinna się szczególnie zaznaczać. W roku 1908 Tiraboschi (15) zbadał 23 rodzaje bakteryj i wszędzie stwierdził proteazy. Wiemy też, że zdolność rozpuszczania żelatyny właściwą jest bardzo licznym bakterjom, a zdolność ta jest świadectwem występowania enzymu proteolitycznego. Zresztą brak tej zdolności u pewnych bakteryj — nie dowodzi jeszcze braku proteaz; trzeba raczej przypuszczać, że enzym i w tych wypadkach występuje w komórce, ale ulega zniszczeniu wraz ze śmiercią organizmu.

Pomimo tak szerokiego rozpowszechnienia proteazy wiele kwestyj pozostaje jeszcze niewyjaśnionych: nie wiadomo np., czy jest to *enzym pojedyńczy czy wieloraki,* nieznane jest *powstawanie i sposób wyzwalania* go z komórki.

1. Vines (20) rozróżniał podobnie jak w świecie zwierzęcym dwa rodzaje proteaz: jedną, działającą w ośrodku kwaśnym — pepsynazę; drugą, działającą w ośrodku zasadowym — tryptazę.

Potwierdził to D e r n b y (1) u drożdży, określając w sposób ścisły dla pierwszej opt. pH. = 4,0 — 4,5, dla drugiej — opt. pH = 7,0.

W następstwie W i l l s t ä t t e r (19) bliżej zbadał znany już wśród roślin wyższych, kwiatowych, „trzeci rodzaj" proteaz — papainę. Enzym ten okazał się bardzo rozpowszechnionym nie tylko u roślin wyższych, ale także i niższych, podobnie jak i w tkankach zwierzęcych.

Szereg uczonych jak O p p e n h e i m e r (13), E u l e r (2), G r a s s m a n n (7) przypuszczają, że jest to może nawet jedyna proteaza, występująca w świecie roślinnym, gdzie enzymy nie uległy tak silnemu zróżniczkowaniu, jak to widzimy u zwierząt wyższych (G r a s s m a n n). Papaina ma swe opt. pH dla prędkości proteolizy zależne od rodzaju białka, ponadto enzym ten wyróżnia się zdolnością hydrolizowania białka niezdysocjowanego.

W ostatnich czasach U t k i n a - L i u b o w z o w a i S t e p p u h n (16) dochodzą do przekonania, że trzy te proteazy zarówna w świecie roślinnym jak zwierzęcym wykazują wielkie podobieństwo (ich wspólne opt. pH wynoszą: pH = 3 — 4; pH = 5 — 6; pH = 7.0 — 7.5), i przypuszczają nawet, że istnieje jeden tylko enzym proteolityczny, który w różnych środowiskach odmiennie się zachowuje.

2. Podobnie i sprawa powstawania proteazy nie jest dotąd wyjaśniona. W dawniejszej literaturze [O p p e n h e i m e r (13, II wyd. str. 420), E u l e r (2) po części] dość rozpowszechniony był pogląd, że tworzenie się enzymów stoi w ścisłym związku z wzrostem komórki. Jednakże W i l l s t ä t t e r (18) wykazał, że powstawanie takiego enzymu jak saccharaza u drożdży nie jest przejawem wzmożonej przemiany materji, ale raczej wynikiem szczególnego podrażnienia komórki pod wpływem cukru nawet w najdrobniejszych ilościach.

Poddano również kontroli powstawanie proteazy u bakteryj. Wyniki okazały się dość różnorodne: kiedy jedni, jak M e r r i l l i C l a r k, (10), a później G o r b a c h (6), dochodzą do wniosku, że można zapomocą odpowiednich soli, czy też pH, spotęgować zawartość proteazy w bakterji niezależnie od jej wzrostu, to inni, jak E. W i l s o n (17), uważają, że dwa te procesy wzrostu i wytwarzania proteazy są jaknajściślej związane i przebiegają zupełnie równolegle.

Trzeba zauważyć, że termin, stale stosowany przez autorów, „powstawania" czy „tworzenia się" proteazy (Enzymbildung) u

bakteryj nie jest zupełnie trafny. O powstawaniu bowiem enzymu właściwie nic nie wiemy, gdyż proces ten jest nieuchwytny. Jedynie w wypadku, kiedy zachodzi właściwa sekrecja w miarę jego tworzenia się, jak to się odbywa z pepsyną czy trypsyną w przewodzie pokarmowym wyższych zwierząt, użycie terminu „powstawanie" enzymu byłoby usprawiedliwione. Natomiast u proteazy, domniemanego „endofermentu", badamy przecież tylko zdolność proteolityczną enzymu, wyzwolonego już po śmierci komórki. Czy jednak wyzwala się cała proteaza, czy też część jej przy zamieraniu bakterji nie ulega zanikowi — tego nie wiemy. Dlatego w pracy niniejszej używać będziemy raczej terminu „zdolność proteolityczna" hodowli.

3. Wreszcie niewyjaśnioną pozostaje kwestja wyzwalania proteazy. Oppenheimer w dziele: „Fermente u. ihre Wirkungen" (str. 407), a Euler w „Chemie der Enzyme" (str. 571) sądzą, że u bakteryj nie zachodzi prawdziwe wydzielanie, sekrecja proteazy; jest to typowy t. z. endoenzym, który wydostaje się z komórki dopiero po jej śmierci; niekiedy zaś jak u *Bact. Coli* ulega on zniszczeniu wraz ze śmiercią samego organizmu. Opinję tę potwierdziły badania Gorbach'a (6) i Glinki — Tschernowitz (4). Natomiast szereg badaczy jak: Janke i Holzer (8,9), Virtanen i Tarnauen (21), Gorini, Grassmann i Schleich (5) utrzymują, jakoby właściwa sekrecja enzymu istotnie zachodziła u pewnych bakteryj. Ponieważ jednak niektóre z tych prac (Virtanen'a i Tarnauen'a, druga Gorini'ego, Grassmann'a i Schleich'a) mają charakter wstępnych komunikatów i nie zawierają bardziej szczegółowych danych, więc wymagają bliższego uzasadnienia.

W pracy niniejszej nad *Bact. prodigiosum* postawiono sobie dwa główne zadania:

1) Czy wyzwalanie proteazy jest procesem przyżyciowym, czy też pośmiertnym.

2) Czy można zapomocą zmian środowiska: stężenia H°, czy fosforanów K wpłynąć na spotęgowanie własności proteolitycznych bakterji niezależnie od jej wzrostu.

Zjawianie się proteazy badano na tle rozwoju hodowli. Znając przebieg rozwoju i chwilę występowania proteazy w hodowli, można wyjaśnić, czy u *Bact. prodigiosum* zachodzi właściwa sekrecja, czy też enzym zjawia się wraz z rozpadem komórki.

Rozwój kultury *Bact. prodigiosum* określano przez oznaczenie w pewnych odstępach czasu ilości żywych komórek w hodowli. Metoda ta jest zupełnie zadawalająca w pierwszym okresie rozwoju, kiedy nieustannie powstają nowe komórki, a ilość zamierających w tymże czasie jest stosunkowo znikoma; natomiast w drugim okresie, kiedy właśnie ilość zamierających bakteryj przeważa nad nowopowstającemi, określanie żywych komórek ma znaczenie raczej orjentacyjne dla oceny regresji kultury.

Zdolność hydrolizowania żelatyny była świadectwem pojawiania się proteazy w kulturze. Wpływ żywych komórek usuwano bądź przez dodatek toluolu, lub też zapomocą wirówki. Szybkość hydrolizowania była miarą ilości enzymu.

Opis metody.

S z c z e p. — Badania przeprowadzono nad *Bact. prodigiosum*, którego jeden szczep, oznaczony literą M, pochodził z Pracowni Mikrobiologji i Przemysłu Rolnego S. G. G. W., drugi — oznaczony literą Kr., pochodził z Krakowa z Zakładu Weterynarji i Medycyny Doświadczalnej U. J.

Szczepy te ujawniały dość znaczne odchylenia, jak widać z załączonej tabelki:

Szczepy *Bact. prodigiosum*.		M.	Kr.
Wielkość:		2,1μ	0,7μ
Ruch:		nieruchome	sł. ruchome
Wymogi tlenowe:		duże	słabe
Hodowla na skośnym agarze:	barwa:	czerwona	b. sł. różowa
	wygląd:	spiętrzona, fałdowana	płaska, śluzowata
Kolonja na żelatynie w szalce Petri'ego:	w środku:	zbite jądro czerwone	sł. zróżnicowane jądro różowe
	na obwodzie:	przezroczysty pierścień żelatyny	mętny pierścień rozp. żelatyny

Jakkolwiek badania nagół przeprowadzano równolegle z obu szczepami, to jednak wyniki podane w pracy niniejszej ograniczają się głównie do szczepu M. Zachowanie się obu szczepów jest nagół dość podobne; pewne odchylenia szczepu Kr., jak silniejszy rozwój hodowli i powolniejszy jej zanik, objaśnić można prawdopodobnie mniejszemi wymogami co do ilości tlenu.

P o ż y w k a. — Hodowlę *Bact. prodigiosum* przeprowadzano w pożywce płynnej. Składała się ona z 1% roztworu wodnego peptonu Witte'go z dodatkiem 0,5% soli kuchennej i odpowiedniej

ilości HCl n/1 lub NaOH n/1, zależnie od pożądanego stężenia H°. Pożywkę używano w ilościach 40, 100, lub 150 cm³ w odpowiednich kolbkach.

Kwasowość tak przygotowanej pożywki ulegała jednak zmianie pod wpływem rozwijającej się bakterji; w wypadkach, kiedy szło o utrzymanie kwasowości bardziej stałej, dodawano mieszaninę pierwszo — i drugorzędowego fosforanu K.

S t ę ż e n i e. — Oznaczanie kwasowości przeprowadzano na drodze elektrometrycznej zapomocą elektrody chinhydronowej. W ośrodkach bardziej zasadowych, gdzie powyższa metoda nie daje gwarancji, stosowano dodatkowo metodę kolorymetryczną (barwiki C l a r c k'a i L u b s'a).

Z a k a ż a n i e h o d o w l i. — Do zakażania używano zawsze kultury młodej, 24-godzinnej, otrzymanej w wodzie peptonowej jak wyżej, ale z dodatkiem siarczanu magnezu i asparaginy. W doświadczeniach seryjnych zakażenie przeprowadzano, wprowadzając do każdej pożywki wyjałowionej po jednej kropli hodowli wyjściowej. Po skłóceniu kultury przetrzymywano ją w termostacie w $t^0 = 22^0 - 23^0$ C.

R o z w ó j k u l t u r y. — Stopień rozwoju hodowli *Bact. prodigiosum* określano przez oznaczanie ilości żywych bakteryj, znajdujących się w 0,1 cm³ pożywki. W tym celu pobierano określoną próbę hodowli, a po odpowiedniem rozcieńczeniu wyjałowioną wodą peptonową i skłóceniu wprowadzano wiadomą ilość tego płynu do ciepłej, rozpuszczonej, 12% żelatyny. Żelatynę po skłóceniu wylewano na szalkę Petrie'go i całość przenoszono do termostatu w $t^0 = 22^0 - 23^0$ C. Po 1 — 2 dniach poszczególne żywe komórki tworzyły na żelatynie oddzielne kolonje, które obliczano.

Liczby podane w rubryce „ilość żywych bakteryj" oznaczają ilość bakteryj w miljonach w 0,1 cm³ pożywki. Ich wzrost czy zmniejszanie się wskazywał na wzrost czy zanik kultury.

Zauważyć trzeba, że metoda powyższa daje zupełnie zadawalające rezultaty. Różnica w 2-ch równoległych doświadczeniach nie przekracza 5%.

P r o t e o l i z a. — Występowanie proteazy w hodowli *Bact. prodigiosum* stwierdzano przez hydrolizę żelatyny. W doświadczeniach najczęściej używano próbki surowej hodowli, w której żywe komórki niszczono zapomocą toluolu (1% — 5%). Niekiedy zaś, w celu oddzielenia żywych komórek, próbki hodowli poddawano wirowaniu (4.500—5.000 obrotów na minutę); jednakże i w tym wypadku do otrzymanego przezroczystego płynu dodawano kro-

plę toluolu w celu zabicia ewentualnie pozostałych nielicznych bakteryj. W ten sposób otrzymaną pożywkę przenoszono następnie w ilości 0,3 cm³ na żelatynę w probówkach.

Żelatyna używana do tych celów była 10%, obojętna, w ilosciach około 3 cm³ i w probówkach o średnicy 0,8 cm. Wobec tego, że ilość pożywki (0,3 cm³) w porównaniu do ilości żelatyny (3 cm³), jest stosunkowo drobna, więc wpływ różnych stężeń H° w badanych próbkach na przebieg proteolizy jest możliwie zredukowany.

Pomiar proteolizy odbywa się w sposób następujący: po wprowadzeniu pożywki na powierzchnię żelatyny mierzono wysokość słupa żelatyny w probówce; probówkę pozostawiano w t⁰ = 22⁰ — 23⁰ C. w ciągu 48 godzin, poczem ponownie mierzono wysokość słupa żelatyny. Różnica wyników obu pomiarów stanowiła wysokość słupa rozpuszczonej żelatyny pod wpływem proteazy w pożywce. Granica rozdziału między żelatyną rozpuszczoną a niezmienioną jest tak wyraźna, że pomiar można dokonać ze ścisłością do 0,1 mm. Każde oznaczenie powtarzane było 3-krotnie. Liczby, podane w rubryce „proteoliza", wyrażają w mm wysokość słupa rozpuszczonej żelatyny i stanowią średnią z 3-ch pomiarów.

3. Część doświadczalna.

Występowanie proteazy w rozwoju hodowli Bact. prodigiosum.

Już w pracy (12) nad występowaniem barwika u *Bact. prodigiosum* wielokrotnie, ubocznie, dało się zauważyć, że proteaza pojawia się w hodowli jednocześnie z prodigiozyną. Ponieważ, jak wynikało z tych badań, prodigiozyna zjawia się po śmierci bakterji, więc nasuwało się przypuszczenie, że i wyzwalanie proteazy z komórki jest procesem pośmiertnym.

W doświadczeniach niniejszych badano rozwój hodowli *Bact. prodigiosum*, a równolegle — zjawianie się i wzrost zdolności proteolitycznej w kulturze.

Z hodowli peptonowej *Bact. prodigiosum*, liczącej około 100 cm³ pożywki, pobierano co pewien czas próbki w ilości około 3 cm³; w próbce określano ilość żywych bakteryj, stężenie H° i stopień proteolizy. Przy proteolizie stosowano równolegle pożywki dwojakiego rodzaju: brano bądź surową hodowlę z dodatkiem toluolu, bądź też hodowlę tę poddawano uprzednio wirowaniu, poczem do otrzymanego przezroczystego płynu dodawano kroplę toluolu.

TABLICA 1

Występowanie zdolności proteolit. w hodowli *Bact. prodigiosum*
Faculté protéolytique dans la culture de *Bact. prodigiosum*

Stężenie H⁰ (concentration en H⁰) = p H; rozwój hodowli (développement de la culture) = R

Zdolność proteolityczna (Faculté protéolytique) = Prot. a = hodowla + toluol = culture + toluo
b = pożywka + toluol = liquide de culture + toluo

N	Szczep (Souche)		Obserwacja po .... dniach (observation au bout de .... jours) 0	1	2	3	4	5	6	10
1	M	p H	5.05	5.65	6.52	6.96	7.32	—	7.97	8.45
		R	+	12.0	28.0	31.2	12.8	—	8.4	4.8
		Prot. a	—	—	—	0.8	2.0	—	3.1	3.0
		Prot. b	—	—	—	0.8	2.1	—	3.1	3.0
2	M	p H	5.10	5.50	6.40	6.70	6.88	—	7.50	8.35
		R	+	3.4	24.2	34.8	24.0	—	15.0	3.2
		Prot. a	—	—	—	+	0.9	—	2.7	3.4
		Prot. b	—	—	—	+	1.1	—	2.6	3.3
3	Kz	p H	5.13	5.30	6.47	6.78	6.82	6.85	—	7.75
		R	+	2.4	18.5	51.3	67.3	49.5	—	23.5
		Prot. a	—	—	—	+	1.1	2.3	—	4.3
		Prot. b	—	—	—	+	1.0	2.5	—	4.2

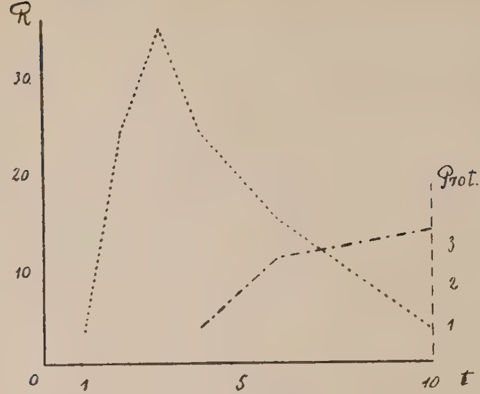
Wykresy NN 1, 2 i 3 ilustrują przebieg rozwoju hodowli i zdolności proteolitycznej u Bact. prodigiosum w trzech podanych przykładach.

Nadmienić trzeba, że do mechanicznego oddzielania komórek stosowano także metodę sączenia hodowli przez świecę Chamberland'a; ta metoda okazała się nieodpowiednią, gdyż płyn enzymatyczny przechodzi wyraźnie osłabiony. Podobne osłabienie zachodzi również przy skłóceniu tylko płynu enzymatycznego ze sproszkowanym kaolinem.

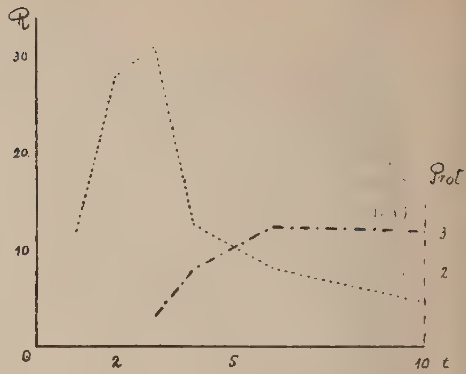
Wykresy Nr. Nr. 68, 69 i 70 ilustrują przebieg rozwoju hodowli i zdolności proteolitycznej u *Bact. prodigiosum* w trzech podanych przykładach.

Rozpatrzmy naprzód przebieg rozwoju hodowli *Bact. prodigiosum,* a następnie dopiero na tle tego rozwoju występowanie proteazy.

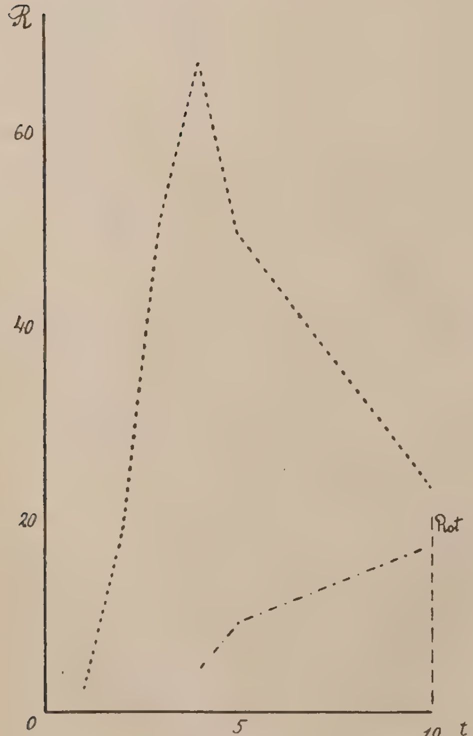
a) R o z w ó j h o d o w l i. W rozwoju rozróżnić można dwa okresy: pierwszy — od zakażenia pożywki do osiągnięcia ma-



Ryc. . 68



Ryc... 69



Ryc... 70

Przebieg rozwoju hodowli i zdolności proteolitycznej u *Bact. prodigiosum.*
(Marche du développement de la culture et de la faculté protéolytique chez *Bact. prodigiosum.*)

R = ilość żywych komórek w miljonach w 0,1 cm³ hodowli.
(nombre en millions de bactéries vivantes contenues dans 0,1 cm³ de la culture)

Prot. = zdolność proteolityczna, wyrażona w mm wysokości, warstwy shydrolizowanej żelatyny.
(faculté protéolytique exprimée en mm par la couche de la gélatine hydrolisée)

t = czas w dniach. (temps en jours)

ksymalnego natężenia rozwoju; drugi — od tego punktu do niemal całkowitego zaniku żywych komórek hodowli.

W pierwszym okresie przyrost żywych komórek odbywa się nadzwyczaj szybko: już po 24 godzinach ilość bakteryj w 0,1 cm³ hodowli wzrasta do paru miljonów; po 48 godz. — wynosi kilkanaście miljonów. Stopniowo jednak szybkość rozmnażania maleje: w trzecim lub czwartym dniu rozwój osiąga największe natężenie.

Rozpoczyna się druga faza — regresja kultury: ilość żywych bakteryj maleje. Niewątpliwie już i poprzednio obok powstawania nowych komórek zachodziło także i ich zamieranie, ale ten proces zaniku był początkowo słaby, gdyż warunki rozwojowe były korzystne; stopniowo warunki te pogarszają się: zachodzi wyczerpywanie się pożywki, zatruwanie jej szkodliwemi produktami przemiany materji, wreszcie zanik tlenu w głębszych warstwach hodowli. Szczep M., osobliwie wrażliwy na brak tlenu, reaguje masowem i gwałtownem zamieraniem komórek. Szczep Kr. lepiej znosi brak tlenu, jak mnie przekonały doświadczenia nad jego rozwojem w atmosferze beztlenowej; rozwija on się bujniej, a zanika powolniej.

b) P r o t e o l i z a. — Przedewszystkiem stwierdzić trzeba, że proteoliza przebiega jednakowo, niezależnie od tego czy użyto do tego celu surową kulturę z dodatkiem toluolu, czy też przed dodaniem toluolu usunięto komórki z hodowli przez wirowanie. Toluol więc, zabijając bakterje, nie wpływa, przynajmniej w sposób uchwytny, na wydzielanie się proteazy z komórek, nie zmienia własności proteolitycznych hodowli. Ten wynik upoważnia do stosowania w dalszych badaniach nad proteolizą wprost surowej hodowli po skłóceniu jej tylko z toluolem.

Zestawiając teraz pojawienie się proteazy z przebiegiem rozwoju hodowli, stwierdzamy, że w początkowej fazie własności proteolityczne nie występują; zjawiają się one później, w okresie maksymalnego rozwoju hodowli i szybko się wtedy potęgują.

Zauważmy przytem, że zjawianie się zdolności proteolitycznych przypada na okres gwałtowniejszego zanikania żywych komórek. Współczesność tych dwu zjawisk zdaje się wskazywać, że proteaza występuje w ośrodku zewnętrznym dopiero ze śmiercią bakterji.

Słuszność tego przypuszczenia znajduje potwierdzenie w tem, że potęgowanie się siły proteolitycznej biegnie równolegle z zamieraniem komórek; podobnie, gdy prędkość zamierania komórek maleje, to zmniejsza się również i prędkość proteolizy.

Widoczne osłabienie zdolności hydrolitycznej w ostatniej fazie, jak to widać na wykresach, należy prawdopodobnie przypisać zasadowemu odczynowi ośrodka.

Czy jednak proces wyzwalania proteazy zachodzi wyłącznie po śmierci bakterji, to znaczy, że niema właściwej sekrecji enzymu za życia komórki? Być może, sekrecja występuje, ale wskutek niedo-

statecznej ilości komórek we wcześniejszych stadjach, jest ona w danych warunkach doświadczalnych nieuchwytna.

Sekrecja proteazy u Bact. prodigiosum.

Dla wyjaśnienia, czy u *Bact. prodigiosum* zachodzi sekrecja, przeprowadzono badanie proteolizy w kulturach zagęszczonych. Kłócenie kultury płynnej *Bact. prodigiosum,* udostępniając dopływ powietrza, potęguje jej rozwój, jak to stwierdziłem w mej pracy nad powstawaniem prodigiozyny. Kiedy w hodowli, pozostającej w spokoju, zachodzi już faza regresji, to hodowla kłócona, znacznie obfitsza, nie przedstawia żadnych cech zamierania komórek, jak np. pojawiania się zabarwienia.

Pożywkę peptonową po zakażeniu i skłóceniu dzielono na dwie równe części i umieszczano w odpowiednich kolbkach; jedną z nich pozostawiano w spokoju, drugą — kłócono wielokrotnie. Po 3-ch do 5-ciu dniach w obu kulturach określano jak zwykle stopień rozwoju hodowli, stężenie H°, a po dodaniu toluolu badano proteolizę; oznaczano ponadto stopień zabarwienia kultury, jako świadectwo mniej lub bardziej posuniętego procesu zamierania komórek.

TABLICA 2.
Sekrecja proteazy u *Bact. prodigiosum*.
(Secrétion de la protéase chez *Bact. prodigiosum*).

Doświadczenie (Expérience)	1		2		3	
Hodowla (culture)	w spokoju (au repos)	kłócona (remuée)	w spokoju (au repos)	kłócona (remuée)	w spokoju (au repos)	kłócona (remuée)
Obserw. po. .dn. (Observ. au bout de...jours)	3		3		5	
Początk. pH (pH initial)	4.90		4.65		4.65	
Końcowe pH (pH final)	6.80	6.75	6.35	6.30	7.50	7.47
Zabarwienie (coloration)	różowe (rose)	bezbarwne (incolore)	sł. różowe (rose pâle)	bezbarwne (incolore)	różowe (rose)	sł. różowe (rose pâle)
R	14.7	36.8	24.5	63.5	15.8	70.3
Prot.	1.2	0	0.9	0	1.9	0.7

Występowanie zabarwienia w hodowlach, pozostających w spokoju, dowodzi obecności martwych komórek; w kulturach kłóconych brak zabarwienia wskazuje na nieobecność martwych bakteryj, przynajmniej w nieco większej ilości; wyjątek stanowi doświadczenie trzecie, gdzie w kulturze kłóconej występuje słabe zaróżowienie.

Porównując natężenie rozwoju w równoległych kulturach, widzimy wyraźnie, że w hodowlach kłóconych ilość żywych komórek jest znacznie większa (50% do 100%), aniżeli w hodowlach pozostających w spokoju, a jednak brak tam wszelkiej proteolizy, albo jest ona znacznie słabsza, aniżeli w odpowiedniej kulturze niekłóconej (doświadczenie trzecie). Zauważyć wreszcie trzeba, że równość stężeń H° w równoległych kulturach wyklucza jakikolwiek wpływ odmienny tego czynnika na proteolizę.

Z doświadczeń powyższych wynika, że u *Bact. prodigiosum* niema właściwego wydzielania proteazy z żywej komórki; wydostaje się ona z organizmu wyłącznie po jego śmierci.

Charakter związku enzymu z żywą komórką pozostaje niewyjaśniony: Euler, (2 str. 9), Pałładin (14) (dla innych enzymów) przypuszczają, że zachodzi tu związek typu raczej chemicznego; Oppenheimer (13 str. 413) sądzi natomiast, że zachodzi tu związek o charakterze raczej fizyko-chemicznym — pewien układ kolloidalny pomiędzy enzymem-kolloidem i kolloidami zarodzi.

W związku z tem wspomniani autorzy Oppenheimer (13 str. 407) i Euler (2 cz. II str. 571) nie uważają, aby u bakteryj istniała zdolność właściwego wydzielania, sekrecji, proteazy; pojawianie się enzymu proteolitycznego nazewnątrz komórki zachodzi skutkiem uszkodzenia czy też śmierci organizmu.

Pogląd ten, zdaje się, nie miał podstaw doświadczalnych; opierał się raczej na obserwacji, że nawet wśród bakteryj hydrolizujących żelatynę zdolność proteolityczna nie występuje odrazu, ale dopiero z czasem; utwierdzał być może także fakt, że u drobnoustrojów lepiej poznanych, większość enzymów (saccharaza, zymaza, i inne) nie może wydostać się z komórki za jej życia.

W nowszych czasach pogląd ten został zakwestjonowany. Janke i Holzer, (8,9) porównywując działanie proteolityczne kultur normalnych i osłabionych zapomocą chloroformu, wskazują, że o ile u bakteryj, nierozpuszczających żelatyny *(Bact. Coli, Bact. putidum),* jedynie komórki osłabione, niezdolne do rozmnażania, działają proteolitycznie, to u bakteryj, rozpuszczających

żelatynę *(Bact. fluorescens, Bact. prodigiosum)*, również i komórki zdrowe, normalne, hydrolizują żelatynę. Wydzielanie się proteaz podają także w krótkiej wzmiance Virtanen i Tarnauen (21): przesącz młodej (15—20-o godzinnej) hodowli *Bact. fluorescens*, gdzie podług autorów nie może być mowy o autolizie, wywołuje hydrolizę kazeiny i żelatyny. Podług tych autorów zachodziłoby tu prawdziwe wydzielanie się proteazy.

Tymczasem Gorbach (6), badając występowanie proteazy w związku z rozwojem kultury *Bact. pyocyaneum*, stwierdza, że dopiero martwe bakterje wyzwalają enzym proteolityczny.

Wyniki pracy niniejszej zgodne są z rezultatami Gorbach'a: u *Bact. prodigiosum* niema, przynajmniej w warunkach doświadczalnych, właściwego wydzielania proteazy z żywej komórki; wydostaje się ona z organizmu dopiero i jedynie po jego śmierci.

Wpływ toluolu, eteru, chloroformu na wyzwalanie proteazy u Bact. Prodigiosum.

Ciała organiczne jak toluol, eter, chloroform i t. p. często są stosowane przy otrzymywaniu enzymów z hodowli. Pod wpływem tych ciał komórka ulega zniszczeniu, a enzym uwalnia się. Mechanizm tego działania nie jest wyjaśniony: być może zmienia się tu przepuszczalność błony zarodziowej, co umożliwia wydostanie się enzymu, albo też struktura komórki ulega zniszczeniu i enzym, jako jeden z produktów rozpadu, wydostaje się nazewnątrz.

Z doświadczeń, podanych w tablicy 1, a osobliwie w 2-ej, nie widać, ażeby toluol wpływał na wyzwalanie się proteazy. Można jednak przypuszczać, że wyzwalanie enzymu zachodzi, ale zbyt słabo, ażeby można to stwierdzić zapomocą hydrolizy żelatyny.

Dla wyjaśnienia, czy pod wpływem toluolu, eteru, chloroformu, proteaza wyzwala się z komórki, użyto kultur zagęszczonych na drodze wirowania.

W tablicy 3-ej podano doświadczenia przeprowadzone z tuluolem.

Hodowle wyjściowe, użyte do tych badań, były młode; widać to ze stopnia rozwoju (5,3 i 12,8 milj. w 0,1 cm^3), również i z braku wszelkiego zabarwienia w hodowli.

Po zagęszczeniu hodowle zawierały: w 1-em doświadczeniu 15,9 i 53,0 miljonów; w 2-giem — 76,0 i 153,6 miljonów komórek w tejże objętości.

TABLICA 3.

Wpływ toluolu na wyzwalanie się proteazy u *Bact. prodigiosum*.

(Influence du toluol sur la libération de la protéase chez *Bact. prodigiosum*)

początkowe pH (pH initial) =5.3			początkowe pH (pH initial) =5.2		
końcowe pH (pH final) =6.4			końcowe pH (pH final) =6.55		
	Ilość ż. bakt. (Nombre de bact. viv.)	Prot.		Ilość ż. bakt. (Nombre de bact. viv.)	Prot.
Kult. wyjściowa (Cult. initiale)	5.3	—	Kult. wyjściowa (Cult. initiale)	12.8	—
Kult. zagęszczona (Cult. multipliée)	15.9	—	Kult. zagęszczona (Cult. multipliée)	76.8	—
" " " "	53.0	—	" " " "	153.6	—

Jeżeli w hodowli normalnej w fazie maksymalnego rozwoju ilość żywych bakteryj nie przekracza 35 milj. w 0,1 cm^3 kultury, to po zagęszczeniu ilość komórek w porównaniu z tą fazą wzrosła 2-u — 5-o krotnie. Pomimo to hodowla po zabiciu komórek toluolem nie wykazała żadnych własności proteolitycznych.

Podobnie jak toluol działa eter i chloroform, jak to widać z tablicy 4-ej.

Młoda kultura wyjściowa liczyła 9 milj. bakteryj w 0,1 cm^3 hodowli. 12-krotne zagęszczenie zapomocą wirowania podniosło

TABLICA 4

Porównanie działania toluolu, eteru i chloroformu na wyzwalanie proteazy u *Bact. prodigiosum*.

(Comparaison de l'action du toluol, de l'éthèr et du chloroforme sur la libération de la protéase chez *Bact. prodigiosum*.

pH: początkowe (initial) = 5.50; końcowe (final) = 6.7			
Hodowla zagęszczona 12-o krotnie = 108 . 10^6 ż. bakt. (culture multipliée 12 fois = „ bact. viv.)			
	+ toluol	+chloroform(e)	+ eter (éthèr)
Prot. po (au bout de . . .) 2 dniach (jours)	—	—	—
„ 5 „	—	—	—

zawartość komórek do 108 miljonów. Do odpowiednich porcyj dodawano toluolu, eteru, chloroformu w ilości 2—5%; zabitą ho-

dowlę przetrzymywano w $t^0 = 22^0$ w ciągu 5 dni; po ponownem odwirowaniu przenoszono bezkomórkowy płyn jak zwykle na żelatynę.

Tu jak i w poprzednich doświadczeniach, pomimo że ilość bakteryj jest trzykrotnie większa, aniżeli w okresie najsilniejszego rozwoju w warunkach normalnych, nie można stwierdzić żadnych własności proteolitycznych.

Tak więc żywa komórka *Bact. prodigiosum*, poddana działaniu eteru, chloroformu czy toluolu, nie hydrolizuje żelatyny; dowodzi to, że proteaza w tych warunkach nie wyzwala się z komórki. Enzym ulega widocznej inaktywacji, czy nawet zniszczeniu. Zrozumiałym się też staje brak autolizy w tych warunkach: hodowla w warunkach normalnych po upływie kilku dni wyraźnie się przejaśnia pod wpływem hydrolizujących enzymów, osobliwie proteaz; kultura młoda, zabita toluolem, eterem czy chloroformem pozostaje mętną przez szereg tygodni.

Wpływ środowiska: stężenia H° i fosforanów na zdolność proteolityczną i rozwój Bact. prodigiosum.

Enzymy trzeba uważać za produkt przemiany materji wewnątrz organizmu. Oppenheimer w 2-em wydaniu wyżej cytowanego: „Fermente und ihre Wirkungen" podaje (str. 420): „Komórki dobrze odżywiane tworzą silne fermenty". Czy można jednak zmienić zawartość enzymu działaniem czynnika zewnętrznego niezależnie od ogólnej przemiany materji w organizmie?

Podług Merrill'a i Clark'a (10) można u *Bacillus proteus-vulgaris* zapomocą soli Mg i Ca zwiększyć zasób proteazy („żelatynazy" autorów) niezależnie od wzrostu komórki. Zdaniem jednak E. Wilson (17) sole te u *Bact. pyocyaneum* potęgują rozwój bakterji i tylko dzięki przyrostowi komórek zwiększa się ogólna ilość proteazy.

Z badań natomiast Gorbach'a (6) nad tąże bakterją wynika, że choć na innej drodze można jednak podnieść zawartość proteazy niezależnie od wzrostu komórki. Podług tego autora „tworzeniu się" proteazy sprzyjają środowiska słabo kwaśne, natomiast wzrostowi komórki — środowiska obojętne i słabo zasadowe.

W pracy niniejszej zbadano wpływ stężenia H° i fosforanów K na zdolność proteolityczną i rozwój hodowli *Bact. prodigiosum*.

I. *Wpływ stężeń H°.* Badania przeprowadzono w pożywkach peptonowych o pH zmiennem w czasie rozwoju hodowli, albo

też o pH bardziej stałem wskutek dodawania fosforanów K jako regulatorów kwasowości.

a. *Hodowle o pH zmiennem.* Serję zupełnie podobnych pożywek peptonowych o różnem pH początkowem zakażano w identyczny sposób. W określonych odstępach czasu pobierano jednocześnie ze wszystkich hodowli próbki, w których określano: pH, stopień rozwoju kultury, a po dodaniu toluolu, jej zdolność proteolityczną.

Tablica 5-a przedstawia jedną z licznych seryj, przeprowadzonych w ten sposób.

TABLICA 5.

Wpływ pH na zdolność proteolityczną i rozwój hodowli *Bact prodigiosum* (pH — zmienne)

(Influence du pH sur la faculté protéolytique et le développement de la culture de *Bact. prodigiosum*). (pH — variable)

N	Początkowe p H (pH initial)		Obserwacja po... dniach (observation au bout de.... jours) 1	2	3	4	6	8	11	17
1	4.45	p H	4.58	5.25	6,02	6.50	7.20	7.65	8.35	–
		R	2.4	7.9	22.1	27.2	13.4	7.0	3.3	—
		Prot.	—	—	—	0.2	2.0	2.7	2.5	—
2	5.50	p H	6.02	6.69	6.98	7.05	7.65	7.85	—	—
		R	8.1	24.2	40.2	44.2	16.2	8.3	—	—
		Prot.	—	—	—	0.2	2.1	2.7	—	—
3	6.75	p H	6.93	7.25	7.40	7.50	7.80	7.95	8.47	—
		R	11.6	29.1	50.2	48.8	15.1	10.4	3.6	—
		Prot.	—	—	—	0.1	2.2	2.4	2.3	—
4	7.56	p H	7.60	7.60	7.62	7.65	7.9	8.12	—	—
		R	10.6	32.0	51.6	50.2	20.0	12.1	—	—
		Prot.	—	—	—	—	1.5	1.8	—	—
5	8.02	p H	7.82	7.75	7.70	7.75	8.00	8.12	8.50	—
		R	6.7	23.4	41.3	46.1	22.0	15.5	6.1	—
		Prot.	—	—	—	—	0.9	1.2	1.4	—
6	8.60	p H	8.50	8.32	7.95	7.90	8.10	8.25	8.42	8.45
		R	+	8.1	18.9	25.3	29.0	34.6	38.1	13.3
		Prot.	—	—	—	—	—	—	0.2	1.0

Stężenie H° w hodowlach jest zmienne: pod wpływem bakteryj pożywki kwaśne stają się zasadowemi; pożywki zasadowe ulegają zakwaszeniu chociażby przejściowemu.

W pożywkach początkowo bardziej kwaśnych (pH = 4,45) rozwój bakterji jest stosunkowo słaby (maks. = 27,2 milj.): w po-

żywkach początkowo mniej kwaśnych, prawie obojętnej i słabo zasadowej (pH = 5.50, 6.75, 7.56), rozwój występuje coraz silniej (maks. = 44.2, 48.8, 51.6 milj.); pożywki o większej zasadowości początkowej (pH = 8.02 i 8.60) ujawniają znowu wzrost coraz słabszy (maks. = 46.1, 38.1 milj.).

Tymczasem proteoliza przebiega odwrotnie: właśnie w ośrodkach o większej kwasowości początkowej (pH = 4.45), gdzie rozwój bakteryj jest słabszy, proteoliza występuje najsilniej (2.7 mm.); wraz z obniżaniem się kwasowości początkowej (pH = 5.50, 6.75, 7.56, 8.02), jakkolwiek rozwój hodowli rośnie, to zdolność proteolityczna wyraźnie słabnie (2.7, 2.4, 1.8, 1.4 mm.). W pożywkach silniej zasadowych początkowo (pH = 8.60) zdolność proteolityczna występuje późno i słabo (1.0 mm).

Jeżeli porównać doświadczenia Nr. 1 i 4, to widać:

Nr. 1: pH = 4.45; maks. rozwoju = 27.2 milj.; maks. zdolności proteolit. wynosi 2.7 mm

Nr. 4: pH = 7.56; maks. rozwoju = 51.6 milj.; maks. zdolności proteolit. wynosi 1.8 mm

Gdyby zdolność proteolityczna przebiegała równolegle z rozwojem bakterji, to w doświadczeniu Nr. 4 przy rozwoju prawie dwukrotnie większem, zdolność proteolityczna powinnaby się również wyrazić liczbą prawie dwukrotnie większą, a więc 5.1; w rzeczywistości jest ona prawie trzykrotnie słabsza, co wskazuje, że rozwój bakterji i jej zdolność proteolityczna przebiegają jakby niezależnie od siebie.

Podobne doświadczenia przeprowadzono również z hodowlami *Bact. prodigiosum* w obecności fosforanów K, jako regulatorów kwasowości.

b. *Hodowle o stałem pH.* W celu utrzymania w hodowli stężenia H° bardziej stałego, dodawano do pożywki peptonowej mieszaninę pierwszo- i drugorzędowego fosforanu K w stężeniu 1/1 mol. Skład pożywki przedstawiał się jak następuje:

8,3 cm³ 1/1 mol. roztw. $(KH_2PO_4 + K_2HPO_4) + 10$ cm³. 10% roztw. peptonu + 81,7 cm³ H_2O. Razem 100 cm³ płynu.

Stężenie fosforanów K w pożywce wynosiło 1/12 mol. Stosunek pierwszo — do drugorzędowego fosforanu ulegał zmianie; zmieniało się też odpowiednio i pH pożywki. Wahania pH wynosiły: 5.50 — 8.0.

W tablicy 6-ej podano jedną serję takich doświadczeń.

Podobnie jak w poprzedniej serji i tu stwierdzić można, że jakkolwiek rozwój hodowli słabiej zachodzi w pożywkach kwaśnych (pH = 5.45), to jednak proteoliza silniej tu występuje (maks. pro-

TABLICA

Wpływ pH na zdolność proteolityczną i rozwój hodowli *Bact. prodigiosum* (pH - stałe)
(Influence du pH sur la faculté protéolytique et le développement de la culture de *Bact. prodigiosum*) (pH — constant.)

N	początkowe pH. (pH. initial)		Obserwacja po .... dniach (Observation au bout de .... jours)				
			3	5	7	10	15
	5.45	pH	5.50	5.58	5.80	5.95	6 35
1		R	15.0	28.2	46.2	31.0	13.4
		Prot.	—	1.8	2.7	3.6	4.1
	5.70	pH	5.70	5 80	5.85	5.97	6.55
2		R	25.6	37.0	45.3	30.0	9.6
		Prot.	—	1.7	2.8	3. 8	4.0
	6.20	pH	6.20	6.33	6.40	6 45	7.00
3		R	32.1	49.5	56.1	23.0	16.4
		Prot.	0.2	2.0	2.8	3.6	3.7
	6 75	pH	6.80	6.88	6.97	7.05	7 65
4		R	39.7	62.7	43.3	25.6	20.0
		Prot.	0.4	1.9	2.4	3.0	2.8
	7.50	pH	7.55	7.72	7.85	7.98	8.40
5			18 9	24.3	66.9	45.5	25 0
		Prot.	—	—	—	—	—

teolizy = 4.1 mm.), aniżeli w pożywkach naprz. prawie obojętnych (maks. proteolizy = 3.0 mm.), gdzie rozwój bakteryj jest znacznie silniejszy; w pożywkach słabo zasadowych (pH = 7.50) — brak nawet zupełnie zdolności proteolizowania pomimo stosunkowo bardzo silnego rozwoju hodowli.

W przytoczonej tu serji doświadczeń uderza to, że zdolność proteolityczna występuje przed osiągnięciem największego rozwoju hodowli. Czy musi to być jednak sekrecja enzymu? Można to przecież przypisać zamieraniu poszczególnych komórek i stopniowemu nagromadzaniu się proteazy w kulturze, zjawisko, którego oczekiwać nawet należy przy zbyt powolnym rozwoju hodowli.

Reasumując wyniki doświadczeń nad **wpływem stężeń H° na** rozwój i zdolność proteolityczną *Bact. prodigiosum,* stwierdzić należy, że o ile zdolność proteolityczna osobliwie silnie występuje w pożywkach kwaśnych (pH = 4.5 — 6.0), to rozwój hodowli, odwrotnie, znacznie intensywniej zachodzi w pożywkach prawie obojętnych i słabo zasadowych (pH — 6.7 — 8.0).

2. Wpływ stężeń fosforanów K. Podobnie jak zapomocą stężeń H° można również i zapomocą odpowiednich stężeń fosforanów K wyodrębnić wpływ tego czynnika na wzrost i zdolność proteolityczną hodowli.

Pożywki peptonowe z fosforanami K przygotowywano jak i poprzednio, ale stężenie fosforanów w pożywce było różne i wy-

TABLICA 7

Wpływ stężeń fosforanów K na zdolność proteolityczną i rozwój hodowli *Bact. prodigiosum*.

(Influence de concentrations des phosphates de K sur la faculté protéolytique et le développement de la culture de *Bact. prodigiosum*).

N	Stężenie fosforanów K Conc. des phosphates K	Począt. pH pH initial		Obserwacja po .... dniach) (observation au bout de .... jours)						
				1	2	3	5	7	10	14
1	1/8 mol.	6.30	pH	6.30	6.30	6.36	6.42	6.52	6.58	6.58
			R	15.4	49.0	74.0	26.0	24.0	22.4	19.2
			Prot	—	—	—	—	—	0.1	0.9
2	1/12 mol.	6.30	pH	6.30	6.32	6 36	6.52	6.62	6.64	6.65
			R	16.0	43.0	72.0	26.0	24.0	28.0	24.3
			Prot.	—	—	—	0.5	1.0	1.2	2.0
3	1/15 mol.	6.35	pH	6.35	6.37	6.43	6.62	6 85	6.93	7.05
			R	16.0	54.0	50.0	26.5	12.1	9.0	20.0
			Prot.	—	—	—	0.8	1.4	1.8	2.2
4	—	5.30	pH	5.50	6.47	6.88	7.40	7.58	7.63	7.68
			R	2.9	24.0	21.0	4.5	2.6	9.0	11.5
			Prot.	—	—	+	0 5	1.1	1.2	1.7

nosiło 1/8, 1/12, 1/15 mol.; otrzymane pożywki miały pH bardzo zbliżone. Dla porównania użyto także pożywki peptonowej bez fosforanów, kwaśniejszej początkowo, ażeby w następstwie okres intensywnego rozwoju bakterji przebiegał pod względem pH w warunkach możliwie zbliżonych do pozostałych doświadczeń.

Różnice pomiędzy pH początkowem i końcowem nie przekraczają w hodowlach z fosforanami 0.7; w hodowli bez fosforanów różnice te są oczywiście większe, ale okres najsilniejszego rozwoju przebiega przy pH = 6.20 — 6.90.

Zestawiając maks. rozwoju *Bact. prodigiosum* z odpowiednią wartością maksymalnej zdolności proteolitycznej, otrzymujemy dla powyższych czterech doświadczeń:

Poż. pept. bez fosfor.: rozwój — 24 0 milj. bakt.; maks. proteolizy — 1.7 mm.
„ „ + fosf. 1/15mol. „ — 54.0 „ „ „ „ — 2.2 „
„ „ + fosf 1/12 „ „ — 72 0 „ „ „ „ „ 2.0 „
„ „ + fosf. 1/8 „ „ — 74.0 „ „ „ „ „ 0.9 „

Obecność więc fosforanów K w pożywce działa wyraźnie pobudzająco na rozwój *Bact. prodigiosum;* natomiast wybitnie hamująco — na zdolność proteolityczną; jeżeli porównać wpływ fosforanów K o stężeniu 1/15 mol. i 1/8 mol., a więc prawie podwójnej ilości, to rozwój w drugim wypadku wzmaga się prawie o 50%, natomiast zdolność proteolityczna zmniejsza się o przeszło 300%.

W pracy niniejszej nie oznaczano bezpośrednio martwych komórek; wnosząc jednak z ubytku żywych komórek w hodowlach w czasie (dośw. Nr. 1 i 3) pomiędzy chwilą ich maksymalnego rozwoju i największego zaniku, widzimy, że w tym okresie w pożywkach z fosforanami bardziej stężonemi zamieranie bakteryj silniej zachodzi aniżeli w obecności fosforanów mniej stężonych. Pomimo silniejszego zamierania komórek — proteoliza jest tu jednak wybitnie słabsza (0.9 mm).

Nie jest à priori wykluczonem, że samo tworzenie się enzymu jest może zahamowane pod wpływem fosforanów; ale być może także, że zachodzi tu inaktywacja proteazy naprz. wskutek zmiany przepuszczalności błony komórkowej, która to zmiana uniemożliwia wydostanie się enzymu nazewnątrz. Podobnie jak toluol, eter, chloroform działa na proteazę raczej pośrednio, niszcząc strukturę komórki, podobnie i tu można przypuszczać, że osłabienie enzymu pod wpływem fosforanów ma charakter pośredni.

Zauważyć wreszcie należy, że doświadczenia podane w tablicy Nr. 7 bynajmniej nie oznaczają, aby stosunki, stwierdzone po 14-u dniach, nie miały ulec zmianie po dłuższym okresie obserwacji: komórki zamierają, proteaza nagromadza się w hodowli i stąd zdolność proteolityczna stopniowo wzrastać może.

Badania nad wpływem stężeń H° zarówno jak i fosforanów K wskazują, że rozwój i proteoliza u *Bact. prodigiosum* przebiegają w znacznym stopniu niezależnie od siebie: zapomocą odpowiednich stężeń H° (pH = 4.5 — 6.0) można spotęgować zdolność proteolityczną bakterji, nie potęgując rozwoju komórki i odwrotnie, zapomocą innych stężeń (pH = 7.0 — 8.0) można wzmóc rozwój komórki, nie zwiększając jej zdolności proteolitycznej.

Zauważyć trzeba, że, jakto wynika z mojej pracy (11) nad proteolizą, aktywność proteazy większa jest właśnie w ośrodkach zasadowych. Jeżeli zaś w hodowli kwaśnej zdolność proteolityczna pomimo to silniej występuje, to przypisać ją należy obfitszemu występowaniu enzymu w hodowli.

Podobnie różny wpływ na rozwój i zdolnośćć proteolityczną *Bact. prodigiosum* wywierają fosforany K: naogół pobudzają one wyraźnie rozwój bakterji, osłabiając jednocześnie jej zdolność proteolityczną.

Streszczenie wyników i wnioski.

Badania zdolności proteolitycznej u *Bact. prodigiosum* hodowanego w pożywce peptonowej pozwalają ustalić następujące fakty:

1) Zdolność proteolityczna pojawia się w kulturze w okresie maksymalnego rozwoju hodowli wraz z zamieraniem komórek; zdolność ta wzmaga się wraz z wzrostem procesu zamierania bakteryj.

2) W hodowli młodej, gdzie brak martwych komórek, brak również i wszelkiej zdolności proteolitycznej.

3) Toluol, eter, chloroform dodane do młodej hodowli nie powodują wyzwalania się proteazy z komórki; ciała te, niszcząc bakterję, niszczą prawdopodobnie i zawarty w nich enzym.

4) Zdolność proteolityczna silniej występuje w środowiskach kwaśnych (pH = 4.5 — 6.0), aniżeli w środowiskach obojętnych i zasadowych (pH = 7.0 — 8.0); natomiast wzrost bakterji, odwrotnie, bujniej zachodzi w pożywkach obojętnych i słabo zasadowych aniżeli w kwaśnych.

5) Obecność fosforanów K sprzyja rozwojowi, hamuje zaś jej zdolność proteolityczną.

Na podstawie powyższych wyników można ustalić następujące wnioski:

1. Proteaza u *Bact. prodigiosum* występuje nazewnątrz komórki dopiero i jedynie po śmierci bakterji.

2. Zdolność proteolityczna i rozwój hodowli przebiegają niezależnie od siebie.

Praca niniejsza rozpoczęta w Zakładzie Fizjologji Roślin Uniwersytetu Warszawskiego ukończona została w Zakładzie Botanicznym S. G. G. W. Na tym miejscu składam serdeczne podziękowanie prof. K. Bassalikowi za jego żywe interesowanie się przebiegiem pracy i liczne, cenne wskazówki; prawdziwą wdzięczność wyrażam również prof. S. Dziubałtowskiemu, którego życzliwość umożliwiła mi przeprowadzenie powyższych badań.

LITERATURA*).

1. D e r n b y, K. G. Studien über d. proteolyt. Enzyme d. Hefe u. ihre Beziehung zu d. Autolyse. Biochem. Zeitschr. **81**, 107, 1917.
2. E u l e r, H. von. Chemie d. Enzyme. München 1925.
3. F i s c h e r, E. A. Contribution to the study of the veget. proteases. Biochem. Jl. **13**. 124. 1919.
4. G l i n k a - T s c h e r n o w i t z, H. Über d. Stickstoffumsatz bei Bac. mycoides. Biochem. Zeitschr. **206**. 308. 1929.
5. G o r i n i, G r a s s m a n n u. S c h l e i c h. cyt. przez Grassmann'a (7).
6. G o r b a c h, G. Zur Kenntniss d. Bakterienproteasen. Arch. f. Mikrobiologie **1**. 537. 1930.
7. G r a s s m a n n, W. Proteolytische Enzyme des Tier — u. Pflanzenreiches. S. 129 — 167 in: Ergebnisse d. Enzymforschung. F. F. Nord u. Weidenhagen. Leipzig 1932.
8. J a n k e, A l e x. u. H o l z e r H a n s. Probleme d. Stickstoffkreislaufs. Biochem. Zeitschr. **213**. 142. 1929.
9. „ **226**. 243. 1930.
10. M e r r i l l, A. a. C l a r k, M. Some conditions affecting the production of gelatinase by Proteus bacteria. Jour. Bacteriol. **15**. 267. 1928.
11. M o y c h o, W. Sur l'action des enzymes protéolytiques bacteriennes, C. R. Ac. Sc. **187**. 681. 1928.
12. M o y c h o, W. Badania nad Bact. prodigiosum. Acta Soc. Bot. Poloniae **7**. 337. 1930.
13. O p p e n h e i m e r, C. Fermente u. ihre Wirkungen. Leipzig 1925.
14. P a ł ł a d i n, W. u. F r l. M a n s k a j a, S. Die Entstehung d. Peroxydase in d. Pflanzen. Biochem. Zeitschr. **135**. 142. 1923.
15. T i r a b o s c h i, C. La proteolisi negli Schizomiceti ed Ifomiceti. Giornal d. Socièta di Igiene. Milano 1908 p. 45.
16. U t k i n a - L j u b o w z o w a, X. u. S t e p p u h n, O. Über d. Identität d. Zellen - proteasen verschiedensten Ursprungs. Biochem. Zeitschr. **220**. 41. 1930.
17. W i l s o n, E l i s a b e t h D. Studies in bacterial proteases. The relation of protease production to the culture medium. Jour. Bacteriol. **20**. 41. 1930.
18. W i l l s t ä t t e r, R., L o w r y, CH. D. u. S c h n e i d e r, K. Inwertinanreichung in der Hefe. Zeitschr. f. Physiol. Chemie **146**. 158. 1925.
19. W i l l s t ä t t e r, R. u. G r a s s m a n n, W. Über d. Proteasen der Hefen. Zeitschr. f. Physiol. Chemie **153**. 250. 1926.
20. V i n e s, S. H. Szereg prac w Ann. of. Botany t. 16—21. 1902—1910.
21. V i r t a n e n, L. u. T a r n a u e n, J. Das proteolyt. Enzymstudien der Gelatino-verflüssigenden Bakterien. Naturwissenschaft **19**. 397. 1931.

---

*) Literaturę uwzględniono głównie nowszą, od r. 1925; starszą znaleźć można u cyt. Oppenheimer'a.

RÉSUMÉ.

Dans le travail présent on a cherché à résoudre deux problèmes:

1) La libération de la protéase chez *Bact. prodigiosum* est-elle un processus vital ou se produit-elle après la mort;

2) Peut-on par le changement du milieu consistant en la concentration en H° ou des phosphates de K faire varier la propriété protéolytique du *Bact. prodigiosum* indépendamment de sa croissance.

On mettait en évidence la présence de la protéase dans la culture à l'aide de l'hydrolyse de la gélatine. On déposait une dose (de 0,3 cm³) de culture à la surface de la gélatine, contenue dans un tube à essai et la hauteur de la gélatine liquéfiée indiquait la quantité de l'enzyme dans la culture. On supprimait l'influence des cellules vivantes par l'introduction du toluol ou par la centrifugation.

On cultivait les bactéries dans un milieu peptoné (1% de peptone Witte) additionné de 0,5% de NaCl et de la quantité convenable de NaOH n/1 ou HCl n/1.

On appréciait le développement des cultures en évaluant le nombre des cellules vivantes. On prélevait dans ce bût dans certains intervalles de temps les échantillons des cultures et après les avoir convenablement dilués, on les introduisait dans la gélatine liquide de 12% dans les boîtes de Petri. Au bout de 1—2 jours de séjour à la température de 23° C. on comptait les colonies bactériennes sur les plaques de gélatine solidifiée. Les chiffres fournis dans la rubrique R des tables, expriment en millions les quantités des bactéries dans 0,1 cm³ de culture. L'augmentation ou la diminution du nombre des bactéries indiquait le développement ou la régression de la culture.

Cette méthode est tout à fait satisfaisante pour le premier stade du développement, lorsque les bactéries sont en train de se multiplier incessamment et la quantité des cellules mortes est relativement minime; mais la méthode doit être moins précise pour la deuxième période du développement, où la quantité des cellules mortes domine le nombre des cellules nouvellement parues.

Les recherches fûrent exécutées sur deux souches de *Bact. prodigiosum*, marquées par les lettres M. et Kr. Les résultats fournis dans ce travail concernent surtout la souche M.

1) *Apparition de la protéase dans la culture de Bact. prodigiosum.* Les expériences de la table Nr. 1 ainsi que les courbes N. 68, 69, 70 montrent, que la protéase n'apparaît point dans la première période du développement de la culture; à ce stade les cellules se divisent abondamment et le nombre des bactéries mortes est négligeable. Par contre la protéase commence à se manifester au début de la période de la régression de la culture, période caractérisée en même temps par une forte déperdition des cellules.

2) Les expériences de la table Nr. 2 confirment le fait que *la bactérie ne sécréte pas de protéase pendant sa vie, mais la libère après sa mort.* Des deux cultures identiques l'une était laissée au repos, l'autre était souvent secouée. A la suite de l'accés plus facile de l'oxygène de l'air, la culture secouée se développait plus abondamment (50% — 150%), mais la propriété protéolytique ne s'y manifestait point; par contre cette propriété appaıaissait nettement dans les cultures au repos, où le développement était moins fort. (Dans l'expérience N. 3 la protéolyse existe aussi dans la culture secouée, mais nettement plus faible que dans la culture correspondante au repos). L'absence de coloration dans les cultures remuées (exception faite pour l'expérience N. 3) indique l'absence des cellules mortes dans ces cultures.

3) *Influence du toluol, de l'éthèr, du chloroforme sur la libération de la protéase.* On se servait pour ces expériences de cultures jeunes (l'absence de coloration) et artificiellement multipliées par la centrifugation. Bien que la quantité des cellules dans les cultures ainsi obtenues dépasse trois fois la quantité des cellules des cultures normales au développement maximal, l'addition du toluol, de l'éthèr et du chloroforme ne provoque pas malgré cela de la libération de l'enzyme protéolytique. Les expériences de la table Nr. 3 ne démontrent en effet aucune faculté protéolytique.

4) *Influence de la concentration en* H^0. La table N. 5 montre une série de cultures en présence des différents pH initiaux; le pH de chaque culture varie sous l'influence de la bactérie: ainsi les cultures acides deviennent alcalines et les alcalines subissent une acidification passagère.

L'influence du pH sur le développement de la culture est différente de celle qu'elle produit sur la propriété protéolytique. La faculté protéolytique malgré le développement plus faible de la bactérie se manifeste de façon plus forte dans le milieu acide (pH initial = 4,5 — 6.0), que dans le milieu neûtre ou légérement alca-

lin (pH = 7,0 — 8,0); dans ces deux derniers milieux le développement des bactéries se produit par contre plus fortement.

On peut constater l'action semblable du pH dans les milieux tamponnés par les phosphates de K. (K_2HPO_4 + KH_2PO_4 à la concentration de 1/12 mol. dans le substratum).

5) *Influence des phosphates de K.* On peut démontrer également l'influence différente des phosphates de K. sur le développement des bactéries d'un côté et la faculté protéolytique de l'autre.

Dans les expériences de la table N. 7 la concentration des phosphates de K. est de 1/8, 1/12, 1/15 mol. à pH = 6.30 — 6.35.

En comparant les expériences N. 1 et 3, on constate que les phosphates plus concentrés renforcent le développement des cultures (+ 50%), mais affaiblissent manifestement la propriété protéolytique de ces cultures (+300%).

Les résultats énumérés ci-dessus permettent de tirer des conclusions suivantes:

1. La protéase de Bact. prodigiosum se manifeste en dehors de la cellule exclusivement après la mort de la bactérie;

2. La faculté protéolytique et le développement de la bactérie sont indépendants l'une de l'autre.

Quelques remarques sur la méiose chez l'hybride stérile de Nicotiana atropurpurea × Nic. silvestris.

par

Z. WÓYCICKI.

(entré le 4. VII. 1933).

Quand je résumais en 1918[1]) le développement des anthères et des grains de pollen, chez le bâtard *Nicotiana atropurpurea* × *Nic. silvestris,* obtenu en 1915, par Hoser et Malinowski, j'ai accentué à la fin (point 18) que „pendant la première division normale du noyau d'une gonotoconte... apparaîssent distinctement douze paires de chromosomes, dont six paires sont composées de chromosomes grands et irréguliers, d'une paire de chromosomes de même forme, tant soit peu plus petits, de quatre paires de chromosomes presque ronds et d'une paire de chromosomes très petits" [2]).

Ces relations ont été représentées dans les figures 51, 52 et 53.

Comme le manque de matériaux ne m'a pas alors permis d'étudier *N. atropurpurea* et *N. silvestris,* je n'ai pu dire rien de précis sur le caractère morphologique des différents chromosomes pendant la métaphase. Je me rendais cependant exactement compte, que l'interprétation de madame Sachsowa d'après laquelle „le gros fil en se fendant donne ordinairement

---

1) Ce mémoire n'est apparu qu'en 1921. Discipl. Biolog. Archiv. Soc. Scient. Varsaviensis — V. 1.

2) L. c. p. 51. M. Sachsowa avait déjà remarqué la présence des petits chromosomes dans le travail cite plus bas, elle dit: „deux petits chromosomes qui apparaissent souvent méritent notre attention" (l. c., p. 818).

treize chromosomes... et *chacun*[1]) de ces chromosomes est un chromosome double“[2]) — donnait prise à quelques doutes.

Les études très étendues, faites plus tard, sur les *Nicotiana*, par Clausen et Goodspeed (1926), Goodspeed, Clausen et Chipman (1926), Chipman et Goodspeed (1927), Briger (1927) et Clausen (1928, 1932) — ont élucidé le caractère des plaques équatoriales du dit bâtard. Mais ce sont les recherches de Darlington, sur *Prunus* (1928) et de Lawrence sur *Dahlia* (1930), sans parler d‘une série d‘autres recherches, basées sur les résultats classiques des travaux de Rosenberg sur *Drosera* (1904), qui ont permis de reconnaître définitivement les relations avec lesquelles nous avons à faire chez l‘hybride nommé ci-dessus.

Les recherches de Goodspeed (1923) nous ont appris que, chez *Nicotiana silvestris*, le nombre réduit des chromosomes = 12; il s‘ensuit qu‘on peut s‘attendre à trouver 12 bivalents allosyndétiques chez le bâtard *N. atropurpurea* × *N. silvestris*. Ce sont évidemment les grands chromosomes irréguliers, en forme de tronçons, qu‘avec raison madame Sachsowa a pris pour des chromosomes doubles[3]); elle a élevé leur nombre à treize, en se basant sur le fait que, dans les cellules proarchésporiales le nombre des chromosomes, le plus souvent rencontré est 26[4]).

Dautre part nous savons maintenant[5]) que, chez *N. Tabacum* var. *purpurea* n = 24, ce qui répond au nombre des chromosomes qui apparaissent par paires chez le bâtard en question; ce nombre doit évidemment caractériser *N. atropurpurea*. En un mot, pendant la division hétérotypique du bâtard *N. atropurpurea* × *N. silvestris*, nous devrions trouver dans la plaque métaphasique, comme je l‘ai déjà mentionné, 12 bivalents et 12 univalents privés de partenaires homologues[6]).

---

1) Mon italique.

2) M. Sachsowa, 1917, l. c., p. 818.

3) L. c., p. 818.

4) Sachsowa, M. L. c., p. 818.

5) Chipman, R. H. and Goodspeed T. H. 1927 Univer. Calif. Public. in Botany. V. 11. Nr. 8.

6) Le nombre somatique des chromosomes (48 au lieu de 36 (24+12) attendus) rencontrés dans les cellules tapétales peut s‘expliquer seulement par la supposition, que la garniture de *Nic. silvestris* subit plutôt une division et une séparation des moitiés de chromosomes, que celle de *Nic. atropurpurea*.

En conséquence l'interprétation du dessin donnée par madame S a c h s o w a dans sa publication de 1917, se présente aujourd'hui sous un aspect différent. D'après l'auteur: „Sur la figure 11 on voit les chromosomes en nombre diploïde — vingt-cinq sur une plaine optique (le vingt-sixième, placé plus haut, sur une autre plaine optique, forme une paire avec un grand chromosome placé à part, près de la cloison de la cellule). Une partie des chromosomes n'est pas encore tout à fait partagée, ils sont au stade de division, ce qu'on peut reconnaître à leur forme caractéristique; d'autres déjà partagés *forment encore des paires distinctes, qui sont toujours composées de deux chromosomes de la même grandeur*" [1]).

Vu l'état de nos connaissances actuelles, sur la cytologie des bâtards en général [2]), et des bâtards du tabac en particulier, cette interprétation ne se laisse plus maintenir. Si l'on compare la figure 11 de madame S a c h s o w a avec mes figures 51, 52, 53 de 1918, et avec les figures 71 — 74 et 75 de la publication présente, il n'est pas douteux, que les grands chromosomes constrictés et „non-entièrement" partagés, sont des bivalents allosyndétiques; par contre les chromosomes plus petits — sont des chromosomes univalents appartenants à *N. atropurpurea* et non des moitiés de bivalents, déjà partagés dans ce stade. Cependant, l'observation de l'auteur que, ces chromosomes apparemment partagés „forment encore des paires distinctes" est tout à fait juste. Mais—comme on peut le voir dans les figures 74 et 75 ci-jointes [3]), et en partie dans les figures 71—73, ces paires sont formées non seulement par les chromosomes plus petits, mais aussi par les grands chromosomes au caractère bivalent.

Cette disposition par paires est ce qu'on nomme dernièrement une association secondaire („secondary association") dont D a r l i n g t o n nous a donné une image extraordinairement claire, sur la figure 57 de son travail sur *Prunus* (1928) et à laquelle

---

1) S a c h s o w a M., 1917. L. c. p. 819. Ma cursive.

2) Voir le bref excellent résumé concernant les relations mentionnées chez T i s c h l e r (1925) et chez F e d e r l e y (1928), ainsi que les publications apparues plus tard comme „Einführung in die Cytologie" S h a r p - J a r e t z k y, 1931 et „Recent Advances in Cytology". D a r l i n g t o n, 1932.

3) Je présente mes remerciements à Mr. le docteur G o r c z y ń s k i pour l'exécution des figures.

L a w r e n c e (1930) a consacré une attention spéciale en raison de ses recherches sur *Dahlia* [1]).



Fig. 71, 72, 73, Les plaques métaphasiques de la division 1) réductrice chez le bâtard *N. atropurpurea* × *N. silvestris* × 3000.

Chez *Prunus* l'association secondaire („secondary pairing") commence pendant la diakinèse et parvient à son plus haut degré d'après D a r l i n g t o n „at métaphase of the first division" [2]).

[1]) S a x (1931) montre aussi une pareille association secondaire „at laste diakinesis" sur la fig. 8 pour *Crataegus Deweyana;* de plus on la voit très distinctement, quoique l'auteur n'en parle pas, parmi les bivalents et les univalents dans la plaque métaphasique (S a x, 1931, fig. 20) de la première division chez *Sorbus auricularis bulbiformis*, ou nous avons probablement à faire avec 17 bivalents *Pyrus communis* × *Sorbus Aria* et 17 univalents *Pyrus communis*.

[2]) D a r l i n g t o n C. D., l. c. p. 231.

La même chose a lieu chez le bâtard *N. atropurpurea* × *N. silvestris,* comme on le voit dans les plaques représentées sur les figures 74 et 75, où l'association secondaire se jette immédiatement aux yeux. Pourtant chez *Prunus* et *Dahlia,* les chromosomes secondairement associés, univalents, comme bivalents, restent assez distinctement séparés, tandis que chez le bâtard dont il est question, ils se rapprochent tellement (fig. 74 et 75) qu'à certaines places [1],

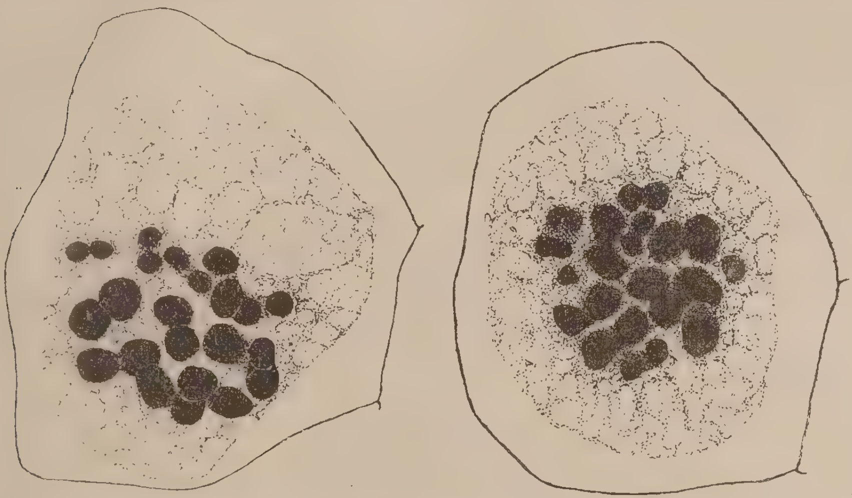


Fig. 74, 75 „Secondary association" dans les plaques métaphasiques de la division hétérotypique, dans les cellules-mères du pollen chez le bâtard *N. atropurpurea* × *N. silvestris.* × 3000.

il est difficile de définir les limites des composants (voir aussi les figures 72 et 73, les univalents placés du côté droit). On voit la même chose sur la figure 11 de madame Sachsowa, où les univalents associés sont placés du côté gauche de la cellule.

Nous savons par les observations de madame Sachsowa que „les chromosomes n'abandonnent pas en même temps la plaque équatoriale et qu'une partie peut rester dans le cytoplasme" [2]. Les anaphases, qui se trouvent dans les préparations de l'auteur, ne permettent cependant pas de tirer de conclusions définitives sur la manière de séparation.

Dans certains cas les images obtenues témoigneraient plutôt que [3]) les choses se passent ici comme chez les bâtards des roses

---

1) Lawrence, W. J. C., l. c., p. 361.
2) Sachsowa, M., l. c., p. 820.
3) Sachsowa M., l. c., p. fig. 15.

(T ä c k h o l m 1922) ou comme chez le bâtard *Sorbopyrus*, c'est-à-dire que, les partenaires des chromosomes bivalents se dirigent les premiers vers les pôles.

L a w r e n c e affirme que chez *Dahlia* „association is also seen in the second métaphase" [1]), chez le bâtard *N. atropurpurea* × *N. silvestris* les plaques métaphasiques „les plus normales", — si je puis m'exprimer ainsi — de la seconde division (hométypique) ne montrent plus une association si distincte, pour cette raison que les univalents troublent la clarté des relations (fig. 76, 77 et 78). Dans les deux plaques de la fig. 76, p. ex. nous voyons 7 chromosomes à l'intérieur d'une couronne de 12 partenaires jumeaux. Le même nombre, et le même arrangement de ces éléments se retrou-

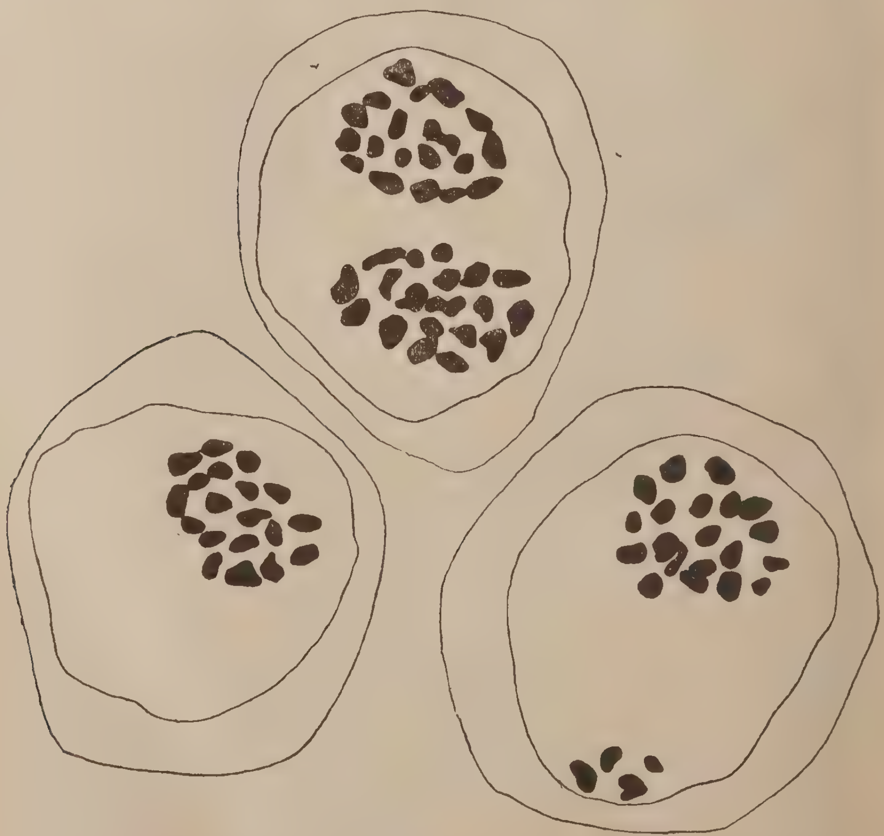


Fig. 76, 77, 78. Les plaques métaphasiques de la division homéotypique chez le bâtard *N. atropurpurea* × *N. silvestris* × 3000.

1) Peut-être est la faute du fixateur.

vent sur les figures 77 et 78, avec cette différence, que l'association secondaire des ci-devant partenaires est encore moins distincte que sur la figure 76. Il résulte des nombres cités plus haut, qu'une seule „paire" secondaire d'univalents, la plus grande — comme le démontrent les dimensions des chromosomes — subit une division; les autres se séparent de manière qu'un chromosome entier de chaque „paire" se dirige vers un pôle, le second vers l'autre.

Par conséquent cette paire exceptionnelle d'univalents se comporterait comme p. ex. les chromosomes simples, non associés, chez les roses[1]) ou chez les bâtards de *Triticum*[2]), quant aux univalents restants, ils se dirigeraient vers les pôles d'après le mode caractéristique pour *Drosera*[3]).

Quant aux autres combinaisons apparaissant pendant la méiose chez le bâtard stérile de *N. atropurpurea* × *N. silvestris* je n'en parle pas ici, ne voulant pas répéter des choses qui en son temps, ont été publiées par madame Sachsowa ainsi que par moi.

Je ne touche pas non plus, pour le moment, à la question, posée dernièrement si catégoriquement par S. Adati (1933): „Was ist aber „secondary association?" La supposition de l'auteur „dass wir in „secondary pairing" dieselbe Erscheinung vor uns haben, wie in der paarweisen Gruppierung ähnlicher Chromosomen in somatischen Platten, die meiner Ansicht nach wohl mit gleicher Gestalt und Grösse, aber nicht mit der specifischen Beschaffenheit der Chromosomen nicht mit Chromosomen affinitäten zusammenhängt"[4]) — ne me paraît cependant pas tout-à-fait justifiée. Dans les plaques métaphasiques somatiques l'arrangement des chromosomes par paires (si distinctes p. ex. chez *Yucca aloifolia* (Müller, 1912) ou *Yucca recurva* (Wóycicki, 1925) s'explique, d'après ma conviction, vu les phénomènes qui ont lieu plus tard pendant la diakinèse — non-seulement par la „gleiche Gestalt und Grösse", mais aussi par cette „Affinität" des chromosomes homologues de forme et grandeur égeles[5]).

[1]) Par ex. *Rosa glauca* × *R. plebeja* (Täckholm, 1922),

[2]) Kihara, H. 1919, 1921; Sax, K. 1921, 1922.

[3]) Rosenberg, O. 1903, 1904, 1909.

[4]) Adati, S., l. c., p. 186.

[5]) D'après Nawaszyn S. G. (1912) le fait dépendrait du hasard, d'après Kuwada (1929) de la grandeur de la charge électrique dont disposent les chromosomes („The model experiments... seem to show, therefore, that the peculiarities in the chromosome arrangements are largely due to inequality in the magnitude of the electrical charge carried by the chromosomes". (L. c., p. 226).

Quant au bâtard *N. atropurpurea* × *N. silvestris*, je voudrais pourtant mentionner entre parenthèse, que l'arrangement par paires des bivalents et univalents, dans la plaque métaphasique, vu le „basic number" du tabac (n=12), serait une „association intra-spécifique".

En terminant, je désire souligner que, ma note présente a uniquement pour but, de compléter, quoique avec un certain retard, le chapitre du travail de Lawrence, „Evidence from the Literature", où l'auteur cite les particularités concernant *Nicotiana* [1]).

Institut de Botanique Générale de l'Université de Varsovie.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Adati, S. 1932. „Untersuchungen über die Chromosomenzahlen bei asiatischen wilden *Pyrus*-Arten". Cytologia, V. 4, Nr. 2.
2. Brieger, Fr. 1927. „Über die Vermehrung der Chromosomenzahl bei dem Bastard *Nicotiana tabacum L.* × *N. Rusbyi.* Britt". Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre, V. XLVII, H. I.
3. Chipman, R. H. and Goodspeed, F. 1927. „Inheritance in *Nicotiana Tabacum. VIII.* Cytological features of *Purpurea* haploid". Uniw. of Calif. Public. in Botany, V. 11. Nr. 8.
4. Clausen, R. E. 1928. „Interspecific Hybridization and the Origin of Species in *Nicotiana*". Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre. Supplementband I.
5. Clausen. R. E. 1932. „Interspecific Hybridization in *Nicotiana*". Svensk. Bot. Tidskr., V. 26.
6. Clausen, R. E. and Goodspeed, T. H. 1926. „Inheritance in *Nicotiana Tabacum.* VII. The monosomic character „Flutea". Univ. of Calif. Public. in Botany, V. 11. Nr. 3.
7. — 1926. „Interspecific Hybridization in *Nicotiana. III.* The monosomic *Tabacum* Derivative, „corrugated", from the *Silvestris — Tabacum* Hybrid". Univ. of Calif. Public. in Botany, Vol. 11. Nr. 3.
8. Goodspeed, T. H., Clausen, R. E., Chipman, R. H. 1926, „Interspecific Hybridization in *Nicotiana.* IV. Some cytological features of the *Paniculata-Rustica* hybrid and its derivatives". Univ. of Calif. Public. in Botany, Vol. 11. Nr. 5.
9. Darlington, C. D. 1928. „Studies in *Prunus*, *I* and II." Journal of Genetics, Vol. 19, N. 2.
10. Darlington, C. D. and Moffett, A. A. 1930. „Primary and secondary chromosome balance in *Pyrus* Journ. of. Genetics, V. 22.

---

[1]) Lawrence, W. J. C., p. 369.

11. F e d e r l e y, H. 1928. „Chromosomenverhältnisse bei Mischlingen". Zeitschr. f. indukt. Abstamm. u. Vererbungslehre. Supplementband, I.
12. K u w a d a, Y. 1929. „Model experiments with floating magnets and some theoretical consideration on the problem". Mem. of the Coll. of Sc., Kyoto. Imp. Univ., T. 4.
13. L a w r e n c e, H. J. C. 1930. „The secondary Association of Chromosomes". Cytologia, V. 2.
14. M ü l l e r, C l. 1910. „Über karyokinetische Bilder in den Wurzelspitzen von *Yucca*". Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 47.
15. — 1912. „Kernstudien an Pflanzen. I u II." Arch. f. Zellforsch., Bd. 8.
16. N a w a s z y n, S. G. 1912. „O dimorfizmie jadier w somaticzeskich klietkach u *Galtonia candicans*". Izw. Imper. Akad. Nauk. T. 6, N. 4, S. VI.
17. — 1914. „Zellkerndimorphismus bei *Galtonia candicans* und einigen verwandten Monocotylen". Verh. deutsch. Naturf. u. Ärzte, 85. Wien. Lpz.
18. R o s e n b e r g. O. 1903. „Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze". Ber. d. D. bot. Ges., Bd. 21.
19. — 1904. „Über die Tetradenteilung eines *Drosera*-Bastardes. Ber. d. D. bot. Gesel., Bd. 22.
20. — 1909. „Cytologische und morphologische Studien an *Drosera longifolia rotundifolia*. K. Sw. Vetensk. Akad. Handl. Bd. 43.
21. S a c h s o w a, M. 1917. „Przyczynek do cytologii bezpłodnego mieszańca *Nicotiana atropurpurea* × *Nicotiana silvestris*". Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz., Rok. X, Z. 6.
22. S a x, K. 1931. „The origin and relationships of the *Pomoideae*". Journ. of Arnold Arboretum, V. 12, N. 1.
23. T ä c k h o l m, G. 1922. „Zytologische Studien über die Gattung *Rosa*". Acta Horti Bergiani, VII/3.
24. T i s c h l e r, G. 1925. „Die Zytologische Verhältnisse bei Pflanzlichen Bastarden". Bibliographia Genetica, I.
25. W ó y c i c k i, Z. 1921. „Développement des anthères et formation des grains de pollen chez l'hybride stérile de *Nicotiana atropurpurea* Hort × *Nicotiana silvestris Speg. et Comes*". Disciplin. Biolog. Arch. Soc. Scient. Varsaviensis. Vól. 1, Fasc. 16.
26. — 1925. „Certain détail de la couronne équatorial chez *Yucca recurva* Salisb". Acta Soc. Bot. Pol., Vol. II, N. 4.

Materjały do poznania okresowości pobierania składników pokarmowych przez rośliny ozdobne. Cz. I.

Złocienie — Chrysanthemum indicum L. i popielniki — Senecio cruentus DC.

Untersuchungen über den Verlauf der Nahrungsaufnahme bei Schmuckpflanzen.

Chrysanthemen — Chrysanthemum indicum L. und Cinerarien — Senecio cruentus DC.

napisał

STANISŁAW WÓYCICKI.

(wpłynęło 28. VII. 1933).

WSTĘP.

W żadnym z działów wytwórczości ogrodniczej umiejętne zasilanie roślin składnikami pokarmowemi nie wywiera tak wielkiego wpływu na wynik produkcji jak w kwiaciarstwie. Wybitny wpływ nawożenia tłumaczy się tem, że w większości wypadków rośliny uprawiane są w doniczkach, a przeto nietylko ich system korzeniowy ma zasiąg bardzo ograniczony, lecz i najlepiej dobrana i doprawiona „ziemia" w bardzo szybkim czasie ulega wyczerpaniu.

Ażeby dostarczyć roślinom niezbędnych dla ich bujnego rozwoju składników pokarmowych jesteśmy zmuszeni przesadzać je co pewien czas do ziemi świeżej, a po zakorzenieniu zasilać nawozami ciekłemi. Przesadzanie jednak roślin powoduje zawsze

(mimo największej nawet wprawy i ostrożności) mniejsze lub większe uszkodzenia systemu korzeniowego, osłabiając na pewien przeciąg czasu jego sprawność. Zbyt częste przeto przesadzanie nie jest wskazane, gdyż — jak to wykazały badania Loomisa i innych — nie tylko nie wpływa ono dodatnio, lecz przeciwnie — oddziaływuje ujemnie na rozwój a więc i ostateczną jakość roślin.

Stwierdzenie szkodliwości częstego przesadzania zmusza nas do zmiany dotychczasowych metod uprawy. Zmiany te wyrażają się w coraz to powszechniej stosowanem wysadzaniu roślin do skrzyń inspektowych lub na zagony, gdzie pielęgnowane są bez przesadzania przez czas dłuższy, do doniczek zaś wysadzane możliwie jak najpóźniej. I przy tej jednak metodzie uprawy zasilanie roślin jest rzeczą konieczną, a efekt, który wywołują dostarczane składniki pokarmowe, zależy w znacznej mierze od odpowiedniego ich ustosunkowania oraz od uchwycenia momentu w którym rośliny najbardziej ich brak odczuwać mogą. Stosunek w jakim poszczególne składniki pokarmowe są pobierane, oraz czas największego ich zapotrzebowania przez rośliny możemy określić za pomocą analiz ich składu chemicznego, wykonywanych w różnych *stadjach* rozwoju; normalnemu bowiem przebiegowi żywienia się roślin, odpowiada pewne normalne ustosunkowanie poszczególnych składników w masie roślinnej.

Mimo dużego znaczenia jakie dla wytwórczości roślin ozdobnych mogą mieć studja nad pobieraniem składników pokarmowych, nie stanowiły one dotychczas przedmiotu dokładniejszych badań i to właśnie jest jedną z przyczyn, że wiadomości z zakresu nawożenia tych roślin przedstawiają się w porównaniu do posiadanych obecnie wiadomości o stosowaniu nawozów w warzywnictwie a nawet w sadownictwie bardzo skromnie (ob. Becker J., Gäert-Löbner, Wagner.). Ponieważ nie znamy ani stosunku w jakim poszczególne składniki pokarmowe winny być dawane pod różnego rodzaju rośliny ozdobne, ani czasu w jakim zasilanie szybko działającemi nawozami mineralnemi daje najlepszy wynik, ani wreszcie jakiej wielkości dawki są tu najodpowiedniejsze, przeto zastosowanie nawozów pomocniczych jest w kwiaciarstwie nadzwyczaj ograniczone, a produkcja opiera się głównie na kłopotliwych w użyciu nawozach naturalnych lub nieumiejętnie dobranych a w dodatku często i kosztownych mieszankach sztucznych. Przystępując do rozwiązania zagadnienia okresowości pobierania składników pokarmowych przez rośliny ozdobne, zająłem się przedewszystkiem temi, które są u nas najpospoli-

ciej uprawiane. Materjał analityczny otrzymałem dzięki uprzejmości p. S t. M a z u r k i e w i c z a, kierownika ogrodów Łazienkowskich, za co składam Mu serdeczne podziękowanie.

Do analizy brałem próbki w odstępach miesięcznych, począwszy od możliwie najwcześniejszego stadjum rozwoju. Analizowałem jedynie części nadziemne, po odrzuceniu korzeni z których mimo najstaranniejszego obmywania nie można było usunąć drobnych cząstek próchnicy i piasku.

Dla oznaczenia świeżej masy rośliny były po wyjęciu ich z ziemi natychmiast ważone, poczem suszono je na powietrzu w temperaturze pokojowej. Przed analizą próbki zostały zmielone, poczem określano wodę hygroskopową, azot, kwas fosforowy, tlenek potasu i tlenek wapnia. Wszystkie określenia wykonano według przyjętych zasad dwukrotnie.

Azot oznaczano metodą K j e l d a h l a, kwas fosforowy metodą molybdenową, tlenek potasu metodą nadchlorową, zaś tlenek wapnia metodą szczawianową (strącanie CaO w postaci szczawianu i miareczkowania za pomocą $KMnO_4$). Z uwagi na niewielką wartość określeń popiołów surowych, które obarczone są zawsze dużym błędem na skutek niemożności oddzielenia, przy najstaranniejszem nawet opłukiwaniu, cząstek pyłu jaki pokrywa organy roślinne, zawartość ich nie była oznaczana.

Analizy wykonałem w pracowni chemicznej Zakładu Nawożenia i Uprawy Roli S. G. G. W.; Kierownikowi Zakładu, prof, M. G ó r s k i e m u, za oddane do mej dyspozycji miejsce w pracowni wyrażam głęboką wdzięczność.

Złocienie — Chrysanthemum indicum L., syn. Ch. hortorum.

Badania nad okresowością pobierania składników pokarmowych przez złocienie dotyczyły odmiany *„Miss Edith Cavell"*. Jest to jedna z nowszych i bardziej rozpowszechnionych odmian, cechująca się silnym wzrostem, kwiatostanami dobrze rozwiniętemi, kształtu prawie kulistego, kwiatami bronzowawo złocistej barwy, o koronie nieregularnie wstęgowato skręconej (Japanese Incurved Type). Okres kwitnienia osobników sadzonkowanych w początkach kwietnia przypada na miesiąc październik. Sadzonki tej odmiany, długości mniej więcej 6—8 cm, wycięte 4/IV/1932, wysadzone zostały dla ukorzenienia na parapecie szklarni nieogrzewanej w gruboziarnisty piasek rzeczny. Ukorzenianie się sadzonek trwało około dwóch tygodni. W końcu kwietnia wysadzone zostały do skrzynek w ziemię liściowo gnojową z niewielkim dodatkiem

piasku; skrzynki z sadzonkami umieszczono w inspektach. W drugiej połowie maja dobrze już zakorzenione rośliny przesadzone zostały do doniczek 8—9 cm średnicy i ustawione na zagonach. Przy przesadzaniu dodano do ziemi mączki rogowej w ilości mniej więcej 3 kg na 1 mtr^3.

Złocienie badane prowadzone były na jeden tylko pęd. W tym celu po uszczknięciu w połowie maja wierzchołków celem usunięcia przedwcześnie (w końcu maja na początku czerwca) pojawiającego się pąka kwiatostanowego (zw. przez niemców Frühjahrsknospe), wyłamywano w możliwie najwcześniejszych stadjach rozwoju wszystkie ukazujące się w kątach liści pędy boczne z wyjątkiem zastępczego pędu wierzchołkowego, mającego wydać kwiatostan, powstający z t. zw. pąka koronowego (Kronenknospe, bouton-couronne, crown-buds). Pąk ten pojawia się przy tego rodzaju postępowaniu w końcu czerwca ew. pierwszych dniach lipca. W końcu czerwca złocienie zostały przesadzone po raz ostatni do doniczek o średnicy 13—14 cm w świeżą ziemię z domieszką mączki rogowej. Rośliny rozstawiono z powrotem na zagonach w odległości około 50 cm, przyczem doniczki zagłębiono całkowicie w ziemię. Na zagonach złocienie pozostawały do września. Przeniesione w połowie tego miesiąca do szklarni zimnej, zakwitły w początkach października.

W ciągu okresu wegetacyjnego pobrałem dla zanalizowania sześć próbek. Próbka pierwsza, wzięta 4/IV, składała się z 60 sztuk nieukorzenionych jeszcze sadzonek; próbka druga (5 VI) z 10 sztuk, następne zaś (5.VII, 5.VIII, 6.IX, 5.X.) z 6 sztuk przeciętnie wyrośniętych roślin.

Rezultaty analiz podane są na tabeli I. Na zasadzie różnic jakie istnieją w zawartości suchej masy, N, P_2O_5, K_2O, CaO w analizowanych próbkach, możemy z dużem prawdopodobieństwem ustalić przebieg pobierania poszczególnych składników pokarmowych przez złocienie.

Jeśli więc rozpatrywać zawartość suchej masy, to stwierdzić można, że w ciągu całego okresu wegetacyjnego, aż do momentu kwitnienia, procentowa jej zawartość w masie świeżej ulega stałej zwyżce. Znaczny wzrost zawartości suchej masy tłumaczy się tu głównie rozwojem i drewnieniem łodygi. Spadek suchej masy w okresie kwitnienia wyjaśnić można tem, że tkanki rozwijającego się kwiatostanu zawierają dużo więcej wody aniżeli tkanki liści i łodygi.

TABELA I.

Skład chemiczny złocieni odmiany *„Miss Edith Cavell"*, w różnych okresach rozwoju.

ChemischerBestand bei Chrysanthemen — Sorte *„Miss Edith Cavell"* in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Data pobrania próbki / Datum der Probenentnahme	Dni od czasu sadzonkowania / Tage seit dem Aussetzen d. Stecklinge	w % % świeżej masy - in % % der Frischmasse		w % % absolutnie suchej masy - in % % absoluter Trockenmasse			
		suchej masy - Trockenmasse	wody Wasser	N.	P_2O_5.	K_2O.	CaO.
4/IV	—	13,78.	86,22.	2,84.	1,04.	4,74	— —
5/VI	62.	12,40.	87,60.	2,92.	0,47.	5,37	—
5/VII	92.	17,61.	82,39.	1 39.	0,44.	3,38	1,34
5/VIII	123.	19,50.	80,50.	2,59.	0,87.	5,96	1,17
6/IX	155.	22,89.	77,11.	2,24.	0,96.	5,97	1,00
5/X	186.	17,29.	82,71.	2,24.	0,78.	4,49	0,99

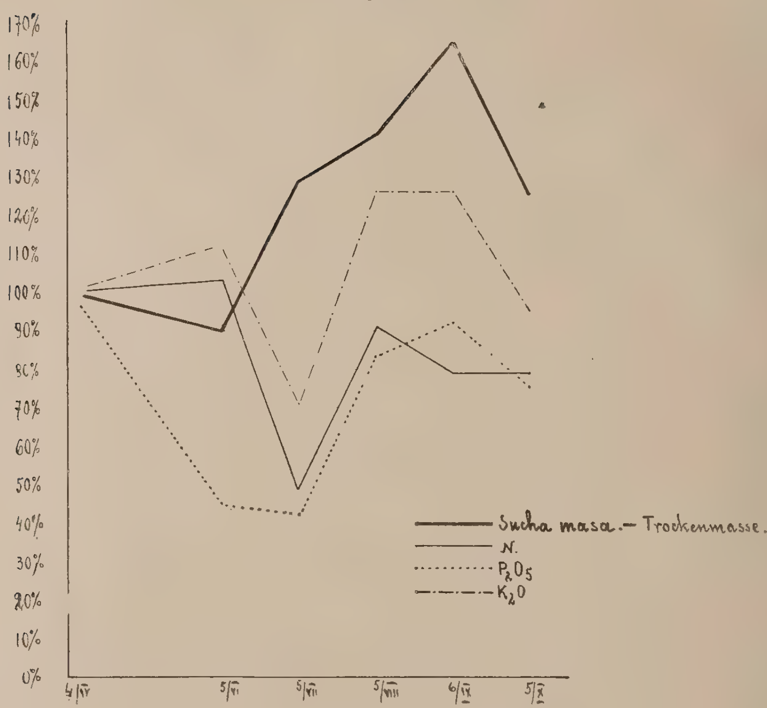
W okresie rozkwitania złocienie pobierać muszą — jak należy przypuszczać — znaczniejsze ilości wody, a przeto na staranne podlewanie należałoby w tym czasie specjalną zwrócić uwagę.

W przeciwieństwie do roślin wziętych do analizy w początkach czerwca, sadzonki zawierają nieco większy procent suchej masy. Zjawisko to jest najzupełniej zrozumiałe, gdyż celem otrzymania sadzonek krępych, niewybujałych, rośliny mateczne podlewane są zazwyczaj bardzo skąpo i wyraźnie cierpią na brak wody.

Zawartość procentowa azotu jest najwyższą w początkowych stadjach rozwoju, poczem stale maleje i ustala się w okresie, w którym ustaje już wzrost roślin a następuje moment rozwoju pąka kwiatostanowego. Również i procentowa zawartość kwasu fosforowego jest najwyższą w tkankach sadzonek. W okresie wytwarzania organów wegetatywnych zawartość tego składnika gwałtownie się obniża i dopiero w sierpniu, a więc z chwilą kształtowania się pąka na nowo poczyna wzrastać, spadając nieznacznie w czasie rozkwitania. Odmienne nieco jest zachowanie się potasu. Wyniki analiz wskazują, że zawartość jego w tkankach złocieni stale, choć powolnie się zwiększa aż do momentu zakwitania.

Przy omawianiu wyników analiz podanych na tabeli I uderza w oczy gwałtowny spadek procentowej zawartości N, P_2O_5, K_2O w tkankach złocieni w próbce pobranej 5. VII, co szczególnie wyraźnie uwidacznia załączony wykres 79. Zjawisko to jest, mam wrażenie, rezultatem zarówno szybkiego wyczerpania się składników pokarmowych zawartych w ziemi jaką wypełniano doniczki przy pierwszym przesadzaniu, jak i częściowego jej przesuszenia przy

Ryc. 79



Zmiany zachodzące w składzie chemicznym złocieni w trakcie ich rozwoju. Przy wykreślaniu krzywych za 100 procent przyjęto stan suchej masy i składników pokarmowych w dniu 4/IV.

Graphische Darstellung der Veränderungen im chemischen Bestand bei *Chrysanthemen* während ihrer Entwicklung. In den Kurven ist der Gehalt an Trokensubstanz u. Mineralbestandteilen vom 4. IV. als 100% genommen.

niezbyt uważnym podlewaniu, co uniemożliwiło całkowite ich wykorzystanie. Przypuszczenie to jest tem prawdopodobniejsze, że pojemność doniczek (Nr. 3—4) jest bardzo niewielka, a rozwój złocieni w tym właśnie czasie jest nadzwyczaj silny. Zastanawiając się nad tem zjawiskiem musimy dojść do wniosku, że powtórne przesadzanie, jeśli ma ono na celu dostarczenie roślinom nowych ilości składników pokarmowych, było już zabiegiem spóźnionym, tembardziej że uszkodzone przy przesadzaniu korzenie funkcjonują jeszcze przez czas pewien bardzo słabo. Chcąc uchronić złocienie przed brakiem składników pokarmowych i ujemnemi tego braku skutkami, należy w ciągu czerwca, a więc przed powtórnym jeszcze przesadzeniem, zasilać je możliwie często nawozami ciekłemi i nadzwyczaj starannie podlewać.

Rozpatrując wzajemne ustosunkowanie się składników pokarmowych w tkankach złocieni, stwierdzić można, że stale posiadają one najmniej fosforu, najwięcej zaś potasu. Stosunek jednak, w jakim poszczególne składniki pokarmowe występują w tkankach złocieni, waha się w zależności od okresu rozwoju. W sadzonkach na jedną część kwasu fosforowego przypada 2,7 części azotu i 4,5 cz. tlenku potasowego. W początkach czerwca stosunek ten ulega dużej zmianie, ilość bowiem N: P_2O_5: K_2O ma się jak 6,2:1:11,4. Analiza próbki pobranej 5. VII wykazuje stosunek 3,2:1:7,7; — 5. VIII — 2,9:1:6,8; — 6. IX — 2,4:1:6,3; — 5.X — 2,9:1:5,7. Wyliczenia te wskazują, że stosunek azotu do kw. fosforowego waha się w granicach o połowę węższych aniżeli stosunek potasu do kw. fosforowego; największa przytem rozpiętość, zarówno w stosunku azot: fosfór, jak i fosfór: potas daje się obserwować we wczesnych okresach rozwoju złocieni. W okresach późniejszych stosunek N : P_2O_5 : K_2O ustala się i wynosi mniej więcej 3 części azotu na 1 cz. kwasu fosforowego i 6—7 cz. tlenku potasowego.

Wysoka zawartość w tkankach złocieni azotu oraz tlenku potasowego, na co zwraca również uwagę w swym podręczniku J. L o c h o t, wskazuje, że przy zasilaniu tych roślin najważniejszą rolę odgrywają nawozy azotowe i potasowe. Specjalny też nacisk należałoby położyć na zasilanie złocieni temi właśnie nawozami we wczesnych stadjach rozwoju.

Z danych tabeli II, wykazującej przyrost świeżej i suchej masy oraz poszczególnych składników pokarmowych w różnych okresach rozwoju złocieni, widocznem jest że jednak maksymum pobierania N, P_2O_5, K_2O i CaO przypada na miesiące: maj, czerwiec i lipiec, — w tym też czasie odbywa się najszybszy przyrost świeżej i suchej masy. Tempo przyrostu świeżej i suchej masy nie jest równomierne dla każdego z tych miesięcy. W ciągu maja, a więc bezpośrednio po wysadzeniu ukorzenionych sadzonek złocienie wykazują bardzo silny przyrost; plon świeżej i suchej masy zwiększa się w tym czasie więcej niż dwudziestokrotnie. Nadzwyczaj silny ten rozwój można wyjaśnić sprzyjającemi warunkami w jakich się rośliny znajdują będąc pielęgnowanemi w inspektach. W czerwcu przyrost świeżej i suchej masy znacznie już słabnie, gdyż pierwsza zwiększa się zaledwie dwu-, druga zaś trzykrotnie. Podobnie przedstawia się przyrost świeżej i suchej masy w lipcu.

W sierpniu okres bujnego rozwoju kończy się i przyrost zarówno świeżej jak i suchej masy ustaje prawie zupełnie. W czasie tym złocienie posiadają ostatecznie już wyrośniętą łodygę, pokrytą

całkowicie wykształconemi liśćmi. Notowany w początkach września spadek jest rezultatem zamierania i opadania starszych liści. W początkach października na skutek rozwoju kwiatostanu ilość świeżej masy znowu się nieco zwiększa, suchej jednak masy ubywa na skutek zrzucania liści w dalszym ciągu.

TABELA II

Absolutne ilości świeżej i suchej masy oraz poszczególnych składników pokarmowych w gr., przeliczone na 100 roślin.

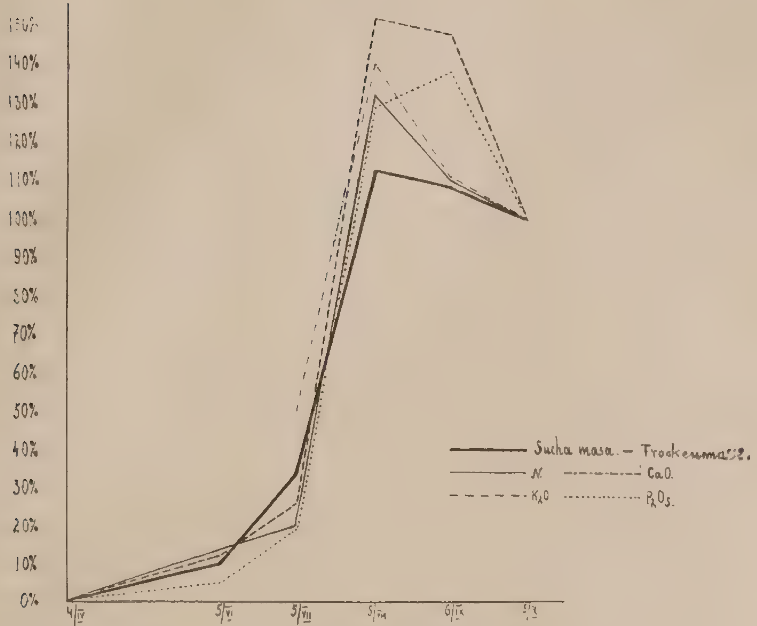
Absolute Menge von Frisch-und Trockenmasse, wie auch einzelner Nahrungs bestandteile in gr., umgerechnet auf 100 Pflanzen.

Data pobrania próbek. Datum der Probenentnahme.	Dni od czasu Sadzonkowania Tage seit dem Setzen d. Stecklinge.	Części nadziemne — Oberirdische Teile.					
		Świeża masa - Frischmasse	Sucha masa - Trockenmasse	N.	P_2O_5	K_2O	Ca O
4/IV	—	146	20,24	0,574	0,210	0,959	—
5/VI	62	3310	410,23	11,978	1,928	22,029	—
5/VII	92	7340	1292.32	17,963	5,686	43,680	17,317
5/VIII	123	22050	4299,25	111,350	37,403	256,235	50,301
6/IX	155	20200	4170,81	93,426	40,039	248,997	41,708
7.X	186	21860	3780,23	84,677	29,485	169.732	37,424

W przebiegu gromadzenia poszczególnych składników pokarmowych dają się obserwować pewne, choć niewielkie różnice. Nagromadzanie się więc azotu i potasu idzie, jak na to wskazuje wykres 80, prawie że równolegle do przyrostu suchej masy. W ciągu czerwca pobieranie obu tych składników nieco słabnie, co tłumaczyć sobie należy wyczerpaniem ich, poczem po przesadzeniu do większych doniczek w świeżą ziemię, wzmaga się znowu i biegnie daleko szybciej niż w miesiącach poprzednich, wyprzedzając nawet nagromadzanie się suchej masy. Sądząc przeto z szybkości z jaką składniki te nagromadzane są w tkankach, jest to najodpowiedniejsza pora do zasilania złocieni łatwo przyswajalnemi nawozami. W sierpniu proces pobierania azotu i potasu jest już prawie całkowicie zakończony. We wrześniu na skutek zasychania i opadania liści absolutne ilości pobranego azotu i potasu poczynają się zmniejszać.

Analogicznie przedstawia się sprawa nagromadzania wapnia w tkankach złocieni. Gromadzenie kwasu fosforowego przebiega początkowo w tempie znacznie wolniejszem aniżeli nagromadzanie składników wymienionych wyżej. Do czerwca pobierają bowiem złocienie 11% azotu (w % ilości najwyższej), 8% potasu, fosforu zaś zaledwie 5%. W czerwcu pobieranie fosforu wzmaga

Ryc. 80



Przyrost suchej masy oraz poszczególnych składników pokarmowych w różnych okresach rozwoju złocieni, wyrażony w % % ostatniego zbioru. Zunahme von Trockenmasse, wie auch einzelne Mineralbestandteilen in verschiedenen Entwicklungsstadien bei *Chrysanthemen*, — angegeben in % % der letzten Ernte.

się nieco, tak że w pierwszych dniach lipca jest już go 14%. Najenergiczniej nagromadzanym jest on jednak, podobnie jak i pozostałe składniki, w lipcu. W ciągu tego miesiąca przybywa prawie 80% ogólnej ilości fosforu, tak że do sierpnia badane złocienie zdołały nagromadzić 93% najwyższej ilości tego składnika. W sierpniu tempo pobierania fosforu znacznie słabnie, trwa jednak — w przeciwieństwie do pozostałych składników — nadal aż do września, a więc do momentu ukończenia kształtowania się pąka kwiatowego. We wrzesniu, a więc w okresie zakwitania fosfór nietylko już nie jest pobieranym, lecz daje się obserwować silny nawet jego ubytek.

Z zestawienia przebiegu pobierania składników pokarmowych przez złocienie można wysnuć wniosek praktyczny tego rodzaju, że przy zasilaniu tych roślin w początkowych okresach ich rozwoju należy główną uwagę zwrócić na nawozy azotowe i potasowe; większy dodatek nawozów fosforowych niezbędnym jest dopiero po powtórnym przesadzeniu. Stosunek w jakim poszczególne składniki

pokarmowe winny być zadawane powinien w pierwszym okresie zasilania odpowiadać stosunkowi 6 N : 1. P_2O_5 : 11. K_2O, w okresie późniejszym, po powtórnym więc przesadzeniu, 3 N : 1. P_2O_5 : 6 K_2O. Zasilanie złocieni nawozami trwać musi do czasu całkowitego wykształcenia przez nie pąków; z uwagi jednak na nadzwyczaj intensywne pobieranie składników pokarmowych w czerwcu i lipcu, zasilanie w tym czasie powinniśmy powtarzać możliwie często, by brak pokarmów nie powodował przerw w rozwoju. Późniejsze zasilanie, jak to słusznie podkreśla Fr. Glindemann, jest już bezcelowe.

Popielniki — Senecio cruentus DC., syn. Cineraria hybrida.

Popielniki przeznaczone do badań nad okresowością pobierania przez nie pokarmów, należały do odmiany drobnokwiatowej — *C. hybrida* v. *nana multiflora.*

Wysiano je 22. czerwca do skrzynek w ziemię liściowo-gnojową z dużą domieszką piasku. Po wzejściu siewki zostały rozpikowane, w końcu zaś lipca a więc w dwa mniej więcej tygodnie po rozpikowaniu, popielniki, które miały wówczas trzy do czterech liści, wysadzono do inspektów w odległości około 20 cm jeden od drugiego. W ostatnich dniach września, silnie już rozwinięte rośliny zostały przesadzone do doniczek 8—9 cm średnicy, w ziemię liściowo-gnojową z dodatkiem mączki rogowej, poczem umieszczono je z powrotem w tychże samych skrzyniach inspektowych. W połowie listopada, po nastąpieniu silniejszych przymrozków, popielniki przeniesione zostały do szklarni zimnej, w której pozostawały aż do czasu kwitnienia. W początkach stycznia, w momencie kiedy zaczęły wytwarzać pędy kwiatostanowe, przesadzono je po raz ostatni do doniczek większych rozmiarów — 14—15 cm średnicy. Po zakorzenieniu się roślin, t. j. po regeneracji uszkodzonego przy przesadzaniu systemu korzeniowego, zasilano popielniki w odstępach tygodniowych do czasu kwitnienia rozcieńczoną gnojówką. Przy tego rodzaju postępowaniu zakwitły popielniki w końcu lutego, początkach kwietnia.

W ciągu okresu wegetacyjnego pobrałem do analizy sześć próbek. Pierwsza z nich składała się z 15, każda zaś następna z 6 sztuk średnich rozmiarów roślin. Wyniki analiz podane na tabeli III, jak również wykres 81, wskazują, że procentowa zawartość suchej masy stale się w ciągu okresu wegetacyjnego zwiększa, wykazując niewielkie tylko wahania w czasie od października do grudnia.

TABELA III.
Skład chemiczny popielników w różnych okresach rozwoju.
Chemischer Bestand der *Cinerarien* in verschiedenen Entwiecklungsstadien.

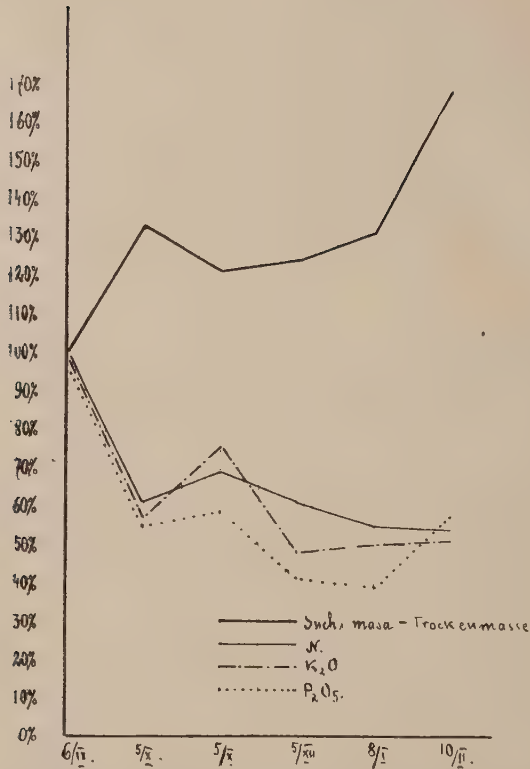
Data pobrania próbki. Datum der Probenentnahme.	Dni od czasu siewu. Tage seit der Saat.	W % % świeżej masy. in % % der Frischmasse.		W % % absolutnie suchej masy. in % % absoluter Trockenmasse.			
		suchej masy. Trockenmasse.	wody Wasser.	N	P_2O_5	K_2O	CaO
6/IX	83	5,73	94,27	4,68	2,14	9,10	—
5/X	112	7,60	92,40	2,87	1,18	5,20	—
5/XI	143	6,96	93,04	3,24	1,25	6,86	—
5/XII	173	7,12	92,88	2,86	0,89	4,40	1,66
8/I	204	7,50	92,50	2,59	0,83	4,62	1,65
10/II	236	9,45	90,55	2,54	1,22	4,68	1,55

Drobne obniżenie się procentowej zawartości suchej masy, dające się zaobserwować w ciągu listopada i grudnia, przypisać należy temu, że popielniki wegetujące w tym czasie w warunkach bardzo niesprzyjających ich rozwojowi, w niskiej stosunkowo bowiem temperaturze (5—8°C.), mając pod dostatkiem wilgoci w podłożu, transpirowały na skutek przesycenia atmosfery inspektów i szklarni parą wodną*) i niedostatecznej ilości światła, stosunkowo bardzo słabo, a przeto wszystkie ich tkanki przesycone były nadmierną ilością wody.

Zawartość procentowa azotu, kwasu fosforowego i potasu, jest u popielników najwyższą w początkowych stadjach ich rozwoju, poczem stopniowo się zmniejsza. W okresie kwitnienia zwiększa się i to dość znacznie jedynie procentowa zawartość kwasu fosforowego. Zawartość potasu i azotu pozostaje prawie ta sama co i w okresie poprzedzającym. Co się tyczy tlenku wapniowego, to pierwsze trzy próbki, które pobrano do analizy, okazały się zbyt małe, by ilość jego w tkankach popielników można było oznaczyć. W późniejszych jednak okresach rozwoju można obserwować ciągły już spadek procentowej jego zawartości.

Przy przeglądaniu cyfr tabeli III, oraz przebiegu krzywych wykresu 81, rzuca się w oczy dość silny spadek procentowej zawartości składników odżywczych w tkankach popielników pobranych do analizy w początkach października. Ponieważ popielniki na kilka zaledwie dni przed pobraniem próbki były przesadzone ze skrzyń inspektowych do doniczek, przeto spadek ten jest najprawdopodobniej wynikiem osłabienia funkcji systemu korzeniowego, uszkodzonego przy przesadzaniu. Dość silny w tymże czasie wzrost procentowej zawartości suchej masy można byłoby wyjaśnić tem, że uszkodzony system korzeniowy nie jest w stanie dostarczyć

Ryc. 81



Zmiany zachodzące w składzie chemicznym popielników w trakcie ich rozwoju. Przy wykreślaniu krzywych przyjęto za 100 procent stan suchej masy i składników pokarmowych w dniu 6.IX.

Graphisché Darstellung der Veränderungen im chemischen Bestand bei Cinerarien während ihrer Entwicklung.

In den Kurven ist der Gehalt an Trockensubstanz u. Mineralbestandteilen am 6.IX als 100 % genommen.

częściom nadziemnym takiej ilości wody, by mogły one pokryć straty wynikające z transpiracji; w rezultacie czego zawartość jej w tkankach przesadzanych roślin znacznie się na czas pewien obniża. Obserwowane powszechnie zjawisko zwiotczenia pędów u świeżo przesadzonych roślin, mimo przetrzymywania ich w inspektach pokrytych oknami, a więc w atmosferze nasyconej parą wodną i starannego cieniowania, jest bezpośrednim dowodem osłabionego dopływu wody, wraz z którą pobierane są sole mineralne.

---

*) W miesiącach zimowych przewietrzanie szklarni, celem odświeżenia powietrza i usunięcia nadmiaru pary wodnej jest, z powodu zbyt niskiej temperatury, nadzwyczaj kłopotliwe.

Stosunek w jakim poszczególne składniki pokarmowe występują w tkankach popielników, wynosi w początkowych stadjach ich rozwoju (6. IX) — 2,2 N:1 P_2O_5:4,3 K_2O. W październiku zmienia się on nieco na korzyść azotu i potasu, gdyż w czasie tym na 1 kwasu fosforowego przypada 2,4 azotu i 4,4 tlenku potasowego. W początkach listopada ilość N: P_2O_5:K_2O ma się jak 2,6:1:5,5, jest to więc okres, w którym procentowa zawartość potasu w tkankach popielników zwiększa się znacznie, osięgając jednocześnie swe maksymum. Analizy próbek pobranych 5. XII i 8. I, wykazują stosunki — 3,2 N:1 P_2O_5:5 K_2O oraz 3,1 N:1 P_2O_5:5,5 K_2O z chwilą kształtowania się pędu kwiatostanowego stosunek ten ulega jednak wskutek zwiększonego pobierania w tym czasie kwasu fosforowego dość znacznej zmianie i wynosi w dniu 10. II — 2,1 N: 1 P_2O_5:3,9 K_2O.

Na zasadzie wyników analiz stosunek, w jakim składniki mineralne występują w tkankach popielników, można byłoby ustalić przyjmując, że na 2—3 azotu, przypada 1 kwasu fosforowego i około 5 potasu. Porównywując ten stosunek do stosunku w jakiem składniki pokarmowe występują w tkankach złocieni, widać że rozpiętość pomiędzy niemi jest u popielników znacznie mniejsza. Mniejsza rozpiętość jest tu rezultatem silniejszego nagromadzania przez nie kwasu fosforowego, gdyż procentowa jego zawartość jest u tych roślin prawie zawsze dwukrotnie wyższą aniżeli u złocieni. Podobnie przedstawia się sprawa, jeśli porównywać procentową zawartość tlenku wapniowego.

Porównanie wyników analiz złocieni i popielników wskazuje nam również, że zawartość składników odżywczych jest u popielników w pierwszych okresach rozwoju nadzwyczaj wysoką. Obfitość N, P_2O_5, K_2O w tkankach roślin wziętych do analizy 6. IX. tłumaczy się nietylko powszechnie obserwowanym zjawiskiem silniejszego przesycenia tkanek młodych, aniżeli starszych, substancjami mineralnemi, lecz i swobodnym rozwojem systemu korzeniowego roślin rosnących w inspektach; z chwilą wysadzenia do doniczek zawartość ich odrazu znacznie się obniża, czemu nie zapobiega nawet zasilanie roślin rozcieńczoną gnojówką.

Śledząc przebieg przyrostu świeżej i suchej masy oraz składników pokarmowych, na co wskazują cyfry przytoczone na tabeli IV, jak również krzywe wykresu 82, można stwierdzić, że przyrost świeżej i suchej masy przebiega prawie że równolegle.

W ciągu pierwszych miesięcy wegetacji, począwszy więc od połowy czerwca do pierwszych dni września, wytwarza się masy

TABBELA IV.

Absolutne ilości świeżei i suchej masy oraz poszczególnych składników pokarmowych w gr., przeliczone na 100 roślin.

Absolute Menge von Frisch und Trockenmasse, wie auch einzelner Nahrungs bestandteile in gr., umgerechnet auf 100 Pflanzen.

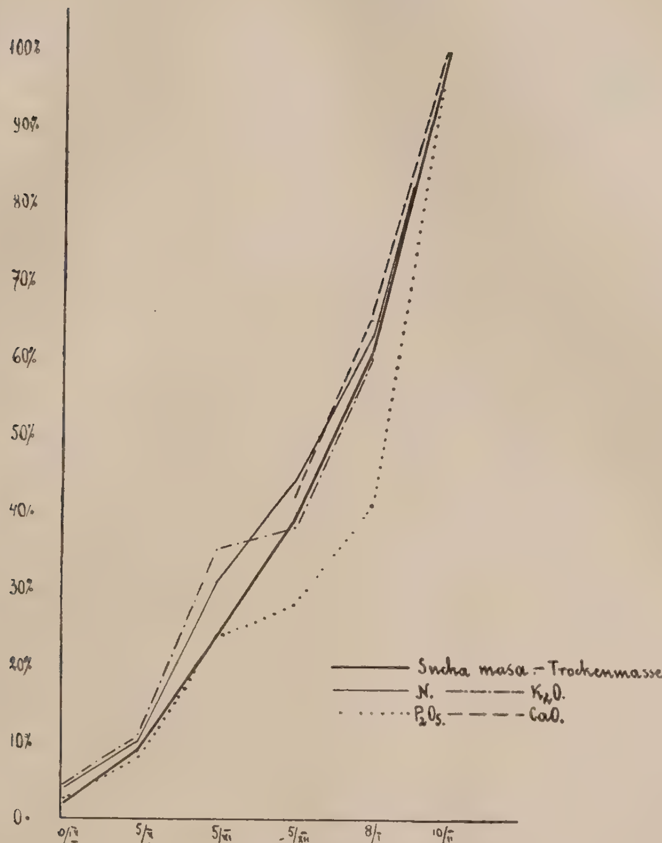
Data pobrania próbki Dat. der Probenentnahme.	Dni od czasu siewu. Tage seit der Saat.	Części nadziemne — Oberirdsche Teile.					
		świeża masa - Frischse	sucha masa Trockenmasse.	N	P_2O_5	K_2O.	CaO
6/IV	83	595	34,10	1,595	0,729	3,103	—
5/X	112	1920	146,00	4,190	1,723	7,592	—
5/XI	143	5640	392,40	12,712	4,905	26,918	—
5/XII	173	9000	641,40	18,344	5,708	28,221	10,647
8/I	204	13,425	1003,50	25,990	8 329	46,361	16,557
10/II	236	17,400	1643,50	41,174	20,050	76,915	25,145

świeżej zarówno jak i suchej bardzo niewiele — pierwszej około 3%, drugiej zaledwie 2% tej ilości, którą wykazują popielniki pobrane do analizy 10. II. W ciągu następnych miesięcy popielniki zwiększają stopniowo swą świeżą i suchą masę, tak że w momencie wytwarzania pędów kwiatostanowych posiadają już około 80% świeżej i przeszło 60% ostatecznej ilości suchej masy. Badając tempo przyrostu stwierdzić można, że jest ono jednak najsilniejsze w pierwszych okresach rozwoju. Przez wrzesień np. świeża masa zwiększa się cztero-, sucha zaś prawie pięciokrotnie, podczas gdy w miesiącach późniejszych tempo stale słabnie: na 5. X ilość świeżej i suchej masy zwiększa się już tylko trzy-, na 5. XI. — dwukrotnie. zaś w ciągu grudnia i stycznia przybywa zaledwie połowa tej ilości jaką popielniki posiadają na 5. XII lub 8. I.

Szybki przyrost świeżej i suchej masy w pierwszych okresach rozwoju popielników jest i tu również, podobnie jak i u złocieni, spowodowany m. i. sprzyjającemi warunkami, jakie znajdują rośliny będąc w inspektach.

Gromadzenie azotu, kwasu fosforowego i potasu biegnie w ciągu września prawie równolegle do przyrostu suchej masy. W miesiącu październiku daje się zaobserwować szybsze nieco pobieranie azotu i potasu, dzięki czemu na 5. XI. w tkankach popielników znajduje się przeszło 30% ostatecznej ich ilości. W listopadzie tempo gromadzenia azotu i potasu słabnie znacznie, gdyż, jeśli w miesiącach poprzednich ilość tych składników zwiększa się prawie trzykrotnie, to na 5. XII znajdujemy azotu zaledwie o 40%, potasu zaś tylko o 4% więcej, niźli w próbce pobranej do analizy 5. XI. W grudniu azot nagromadzanym jest w tymże samym tempie;

Ryc. 82



Przyrost suchej masy oraz poszczególnych składników pokarmowych w różnych okresach rozwoju popielników, wyrażony w % % ostatniego zbioru. Zunahme von Trockenmasse wie auch einzelner Mineralbestandteilen in verschidenen Entwicklungsstadien bei *Cinerarien*, angegeben in % % der letzten Ernte.

ilość potasu wzrasta już znacznie szybciej, w ciągu zaś stycznia, w okresie więc wytwarzania pędu kwiatostanowego zarówno ilość nagromadzanego azotu, jak i potasu, zwiększa się prawie dwukrotnie.

Gromadzenie kwasu fosforowego, podobnie jak i pobieranie potasu, staje się w listopadzie znacznie powolniejsze od przyrostu suchej masy. Przybywa go w ciągu tego miesiąca bardzo niewiele, gdyż ilość jego w tkankach popielników zwiększa się tylko o 1/6 tej ilości, którą posiadały one w dniu 5. XI. Z powodu tak powolnego nagromadzania kwasu fosforowego, jest go w początkach stycznia zaledwie 40% tej ilości, jaką zawierają popielniki

w momencie zakwitania. W styczniu jednak kwas fosforowy, niezbędny do budowy kwiatów, zaczyna być pobieranym tak gwałtownie, że w ciągu czterech tygodni przybywa go prawie 60% tej ilości, którą wykazuje analiza ostatniej próbki.

Gromadzenie tlenku wapniowego w ciągu trzech miesięcy poprzedzających kwitnienie przebiega, jak to można łatwo się zorjentować na podstawie wykresu, zupełnie równolegle do przyrostu suchej masy.

Przebieg nagromadzania składników pokarmowych przez popielniki wskazuje nam, że zasilanie tych roślin nawozami ciekłemi powinno się stosować w dwóch okresach. W okresie pierwszym, trwającym od chwili wzejścia nasion do początków listopada, należałoby zwracać uwagę przedewszystkiem na nawozy azotowe i potasowe, a stosunek w jakim poszczególne składniki pokarmowe powinny być mieszane można byłoby na zasadzie analiz ustalić na 2,5 N:1 P_2O_5:5 K_2O. Okres drugi rozpoczyna się z chwilą kształtowania się pędu kwiatostanowego. W czasie tym niezbędne jest zwiększenie dawki łatwo przyswajalnych nawozów fosforowych, tak ażeby na 1 kwasu fosforowego przypadły 2 azotu i około 4 potasu.

Przerwa w zasilaniu przypada na miesiące listopad i pierwszą połowę grudnia. Zasilanie w tym czasie nie może mieć większego wpływu na wynik produkcji, gdyż niesprzyjające warunki zewnętrzne, — niska więc temperatura, a w szczególności brak dostatecznej ilości światła, powodują nadzwyczaj słabe wykorzystanie dawek składników pokarmowych.

Wyniki analiz wskazują nam również na to, że powtórne przesadzanie popielników do doniczek większych, powinno być uskutecznione w ciągu drugiej połowy grudnia, by z chwilą ruszenia roślin, t. j. ponownego wzmożenia czynności życiowych, mogły one przy pomocy odtworzonego już systemu korzeniowego, wykorzystać w całej pełni nowe niezbędne do budowy pędu kwiatostanowego zasoby składników pokarmowych zawarte w świeżej ziemi i zadawanych im nawozach.

STRESZCZENIE WYNIKÓW.

Na zasadzie analiz złocieni i popielników wykonanych w odstępach miesięcznych, w ciągu ich okresu wegetacyjnego (do czasu kwitnienia), stwierdzić można że czas intensywnego pobierania składników pokarmowych przez złocienie przypada na miesiące czerwiec i lipiec; w sierpniu ustaje gromadzenie azotu i potasu.

we wrześniu zaś (na miesiąc mniej więcej przed kwitnieniem) kwasu fosforowego.

Pobieranie składników mineralnych przez popielniki odbywa się w dwóch wyraźnie dających się rozdzielić okresach: pierwszy z nich trwa od czasu wzejścia nasion do listopada, drugi począwszy od momentu wykształcania pędu kwiatostanowego. Nagromadzanie składników pokarmowych w ciągu listopada i pierwszej połowy grudnia jest stosunkowo bardzo słabe, co tłumaczy się niesprzyjającemi dla rozwoju roślin warunkami miesięcy zimowych (niska temperatura, brak światła). Przyrost suchej masy i składników pokarmowych u popielników trwa do czasu rozkwitania.

Dające się już w sierpniu obserwować zjawisko zmniejszania absolutnych ilości suchej masy i składników pokarmowych u złocieni, tłumaczy się między innemi zasychaniem i opadaniem starszych liści.

Stosunek, w jakim składniki pokarmowe występują w tkankach złocieni, różni się nieco od stosunku, w jakim występują one u popielników. U złocieni we wczesnym okresie ich rozwoju odpowiada on 6 N:1 P_2O_5:11 K_2O, później ulega zmianie i wynosi 3 N:1 P_2O_5:6 K_2O.

U popielników, dzięki silniejszemu gromadzeniu kwasu fosforowego, stosunek, w jakim występują powyżej wymienione składniki odżywcze można przyjąć za odpowiadający 2—3 N:1 P_2O_5:5 K_2O. Przy porównywaniu z cyframi charakteryzującemi stosunki w których składniki pokarmowe występują w tkankach roślin zbożowych (—2 N:1 P_2O_5:2 K_2O) i warzyw (3 N:1 P_2O_5:4 K_2O) rzuca się w oczy nadzwyczaj silne nagromadzanie, a więc duże prawdopodobnie zapotrzebowanie przez złocienie azotu i potasu.

Biorąc pod uwagę wyniki analiz należy stwierdzić, że dotychczasowe mieszanki nawozowe, przeznaczone do zasilania roślin kwiatowych, jeśli chodzi o złocienie i popielniki, mają skład zupełnie nieodpowiedni, w stosunku bowiem do kwasu fosforowego zawierają zbyt mało azotu a w szczególności potasu.

LITERATURA.

B a i l e y L. H. 1927. The Standard Cyclopedia of Horticulture.

B e c k e r - D i l l i n g e n J. 1933. Handbuch der Ernährung der gärtnerischen Kulturpflanzen.

G a e r t - L ö b n e r. 1927. Gärtnerische Düngerlehre.

G l i n d e m a n n Fr. 1927. Der Schmuckpflanzenbau.

Krotowiczówna J. 1929. Ogrodowe mieszanki nawozowe. — Przegląd Rolniczo-Ogrodniczy. Rok III. str. 57—64.
Kache P. 1922. Marktpflanzenzucht.
Kotowski F. 1930. Studja nad pobieraniem pokarmów przez rośliny warzywne. Roczniki Nauk Rolniczych. Tom. XXIV.
Loomis E. 1924. Studies in the transplanting of vegetable plants.
Lochot J. 1926. Le Chrysanthème.
1931. Pareys Blumengärtnerei.
Sander O. 1931. Chrysanthemen, ihre Beschreibung, Kultur und Züchtung.
Wagner P. 1928. Die Ernährung gärtnerischer Kulturpflanzen.
Warzęcha S. 1931. Wpływ podłoża i przesadzania na gduły (Cyclamen cultorum, v. splendens giganteum) — Ogrodnictwo. Rok XXVII, str. 114—130.
White E. A. 1930. The Chrysanthemum and its culture.
Vilmorin-Andrieux. Les differents cultures du chrysanthème.

ZUSAMMENFASSUNG.

Analysen oberirdischer Teile von *Chrysanthemen* und *Cinerarien*, welche in monatlichen Abständen bis zum Zeitpunkt der Blütenausbildung vorgenommen worden waren, haben erwiesen, dass bei:

1. *Chrysanthemen* die intensivste Nahrungsaufnahme aus dem Boden während der Monate Juni und Juli stattfindet. Im August hört die Aufnahme von N und K auf, im September, etwa 4 Wochen vor dem Aufblühen, auch die der Phosphorsäure auf. Das anfangs September festgestelle Sinken der Trockensubstanz sowie des N u. des Mineralgehalts lässt sich u. a. auf das Absterben u. das ihm folgende Abfallen älterer Blätter zurückführen.

2 Bei *Cinerarien* verläuft die Aufnahme der Bestandteile anders, u. zwar lassen sich hierbei 2 Perioden feststellen: Die erste dauert von der Samenkeimung ab bis zum November, die zweite beginnt mit der Blütenstengelbildung. Während des Novembers, bis etwa zur Hälfte Dezember lässt sich ein starkes Absinken der Aufnahme löslicher Bodenbestandteile feststellen. Dies wird wohl hauptsächlich auf die zu jener Zeit herrschenden ungünstigen klimatischen Zustände (eine zu niedrige Temperatur, Lichtmangel) zurückzuführen sein.

3. Das Mengenverhältnis, in dem die einzelnen Nahrungsbestandteile von *Chrysanthemen* aufgenommen werden, ist verschieden von dem bei *Cinerarien*.

4. Bei *Chrysanthemen,* in frühen Entwickelungsstadien, entspricht das Verhältnis: 6 N : 1 P_2O_5 : 11 K_2O, später dagegen : 3 N : 1 P_2O_5 : 6 K_2O.

5. Bei *Cinerarien,* die offenbar ein höheres Phosphorsäurebedürfniss besitzen, ist dies Verhältnis wie 2—3 N : 1 P_2O_5 : 5 K_2O.

6. Aus obigen Resultaten geht es hervor, dass die untersuchten Zierpflanzen, vor allem aber die *Chrysanthemen,* ein anderes Nährstoffbedürfnis bezitzen als z. B. Getreide (2 N : 1 P_2O_5 : 2 K_2O) oder Gemüsepflanzen (3 N : 1 P_2O_5 : 4 K_2O), während bei den untersuchten Zierpflanzen vor allem N und besonder K in grösseren Mengen benötigt wird.

Nowe stanowiska dwóch rzadkich roślin w Tatrach.

(Neue Fundorte zweier seltener Tatrapflanzen).

napisał

BOGUMIŁ PAWŁOWSKI.

(wpłynęło 20.IX 1933).

W lecie r. 1932 udało mi się wykryć nowe stanowiska dwóch roślin, należących do największych rzadkości we florze Tatr: *turzycy skalnej* i *jaskra karłowatego.*

Turzyca skalna (Carex rupestris Bell.*)* znana była dotąd tylko ze stoków Garłucha w dolinie Wielickiej, skąd podali ją Sagorski i Schneider (Flora der Centralkarpathen, II, 506, 1891) na podstawie okazów Scherfela. Później, o ile mi wiadomo, nikt jej tam nie zbierał. Obecnie znalazłem ją na szczycie Jatek Przednich w Tatrach Bielskich na wysok. ok. 2011 m w zespole turzycy mocnej *(Firmetum).* Rośnie tam, zupełnie podobnie jak na Smotreciu w grupie Czarnohory, na nader ograniczonej przestrzeni zaledwo kilku metrów kwadratowych, robiąc przez to wrażenie typowego „reliktu".

Jest rzeczą interesującą, że szereg szczytów Tatr Bielskich posiada swoje „specjalności" florystyczne w poszczególnych rzadkich gatunkach rodziny turzycowatych: Płaczliwa Skała posiada *Elyna myosuroides i Carex atrofusca,* Jatki Zadnie — *Kobresia bipartita,* Jatki Przednie — *Carex rupestris.* Ta ostatnia powiększa listę wspólnych Tatrom i Alpom szwajcarskim gatunków zespołu *Firmetum.*

Jaskier karłowaty (Ranunculus pygmaeus Whlb.) podany był dotąd z Bystrego Przechodu i ze ściany Pośredniej Grani w dolinie Zimnej Wody (Sagorski i Schneider l. c. str. 40). Obecnie przybywa trzecie stanowisko: G a r ł u c h od strony doliny Wielickiej, ok. 2270 m, o kilka kroków od ścieżki turystycznej. Rośnie tu w warunkach podobnych, jak na Bystrym Przechodzie: w szczelinach skał granitowych w zespole *Arabis neglecta-Saxifraga carpatica,* dla którego zdaje się być rośliną charakterystyczną. W dniu 28 sierpnia, gdy go znalazłem, owocki tego jaskra były już zupełnie dojrzałe.

ZUSAMMENFASSUNG.

Carex rupestris Bell. wurde vom Verfasser am Gipfel der J a t k i P r z e d n i e (=Vordere Leiten) in der Bielaer Tatra entdeckt, wo sie im *Firmetum* in ca. 2011 m ü. M. wächst. Zweiter Fundort in der Tatra!

Ranunculus pgmaeus Whlb. wächst am Osthang des G a r ł u c h (=Gerlsdorfer Spitze) bei ca 2270 m in Felsritzen in der *Arabis neglecta - Saxifraga carpatica* — Assoziation. Es ist dies sein dritter Fundort in der Tatra.

Z Instytutu Botanicznego U. J. w Krakowie, we wrześniu 1932.

Etudes climatologiques.

par

DEZYDERY SZYMKIEWICZ.

(entré le 21. IX. 1933).

XXIII. L'influence de la hutte thermométrique sur l'indice d'évaporation.

Il est universellement connu que la hutte thermométrique exerce une influence bien marquée sur les thermomètres qu'on y installe. Une comparaison avec un psychromètre d'A s s m a n n mis à côté montre que les thermomètres dans la cage indiquent, dans la plupart de cas, une température et une humidité de l'air plus ou moins différentes de celles de l'atmosphère libre. La cause en est la différence qui existe entre la température de la hutte et celle de l'air. Cette différence est provoquée d une part par le rayonnement qui agit sur la hutte et qui est émis par elle et d'autre part par son inertie thermique.

Au millieu de la journée, la hutte reçoit plus d'énergie du rayonnement qu'elle n'en perd. Par suite, sa température s'élève au-dessus de celle de l'air. Le soir, le bilan d'énergie devient négatif. Son action, ajoutée à celle de l'abaissement de la température de l'air, provoque le refroidissement de la hutte. Cependant, comme la hutte a une masse considérable, sa température reste encore pendant une partie de la nuit supérieure à celle de l'air libre. L'excès, naturellement, va en diminuant. Au cours de la nuit, la différence des températures change de signe: la hutte se refroidit au-dessous de la température de l'air. Le matin, malgré l'échauffement par les rayons du soleil, la hutte, par suite de sa grande masse, ne peut pas suivre assez rapidement l'élevation de la température de l'air et reste encore pendant quelque temps plus froide que l'air. Enfin, à une heure plus ou moins avancée de la journée, la hutte devient de nouveau plus chaude que l'air.

On n'a pas jusqu'ici, à ce qu'il semble, mesuré directement la température de la hutte. Par suite, pour illustrer les phénomènes qui viennent d'être décrits, il n'y a pas d'autre moyen que de citer l'échauffement des thermomètres qui en est l'effet. Mais on doit d'abord considérer de plus près la causalité de cet échauffement.

Il se produit par l'effet du rayonnement émis par les parois de la hutte et par intermédiaire de l'air qui s'échauffe au contact avec elle. La première cause est de beaucoup la plus importante, car on construit les huttes de façon à assurer la libre circulation de l'air. L'installation d'un ventilateur ne change pas beaucoup dans cet état de choses, comme on peut le voir d'après les observations effectuées à l'Observatoire de Tachkent (voyez la table I).

TABLE I

Tachkent. Le maximum d'écarts hutte — Assmann dans les valeurs moyennes mensuelles de la température de l'air et de la tension de vapeur pour 13 h.

Hutte	Année	Température	Tension de vapeur
Non ventilée	1901	1.8°	6.2mm
	1903	1.9	4.3
	1904	1 7	4.3
	1905	1 0	3 4
Ventilée	1905	1.9°	3.4mm
	1906	1.4	4.1
	1907	1.3	2 7
	1907	1.0	4.6

On n'a pas beaucoups d'observations comparatives suivies, exécutées en huttes et en même temps, à côte, avec un psychromètre d'A s s m a n n. Je ne connais que celles de Batavia, Tachkent et Leningrad.

A Batavia (6° 11'S, 106° 45'E, 6 m), on emploie un type de hutte très grande, dit „tropical". La grande masse provoque des phénomènes de retard très marqués: la différence négative, caractéristique pour la matinée, dure ici jusqu'à 14 h (voyez la tab. II).

Les observations de Batavia sont uniques dans leur genre: à cet observatoire on effectue les observations toutes les heures — 24 fois par jour. Ailleurs, on n'a que 3 mesures par jour aux heures reglémentaires. Dans le réseau russe, anquel appartiennent les ob-

TABLE II

Batavia 1911—1915

Les écarts de la température et l'humidité relative de l'air: hutte—Assmann

Heures	Température	Humidité
1	+ 0.54°	— 16 pro mille
2	+ 52	— 16
3	+ 50	— 14
4	+ 49	— 15
5	+ 48	— 15
6	+ 42	— 14
7	— 0.14	+ 13
8	— 53	+ 28
9	— 57	+ 25
10	— 51	+ 21
11	— 44	+ 14
12	— 38	+ 12
13	— 32	+ 9
14	— 10	+ 1
15	+ 0.12	— 2
16	+ 39	— 10
17	+ 52	— 9
18	+ 73	— 13
19	+ 78	— 18
20	+ 73	— 18
21	+ 66	— 16
22	+ 63	— 16
23	+ 63	— 17
24	+ 57	— 16

servatoires de Tachkent et Leningrad, on emploie des huttes plus petites que dans les pays tropicaux et, par suite, les phénomènes de retard sont moins sensibles. A titre d'exemple je citerai les observations de 1906 à Tachkent (voyez table III).

TABLE III

Tachkent. 1906. Les différences de la température de l'air et de la tension de vapeur hutte — Assmann.

	Température			Tension de vapeur		
	7h	13h	21h	7h	13h	21h
I	0.1	1.4	0.0	0.2	0.3	0.2
	—0.1	0.4	—0.1	0.1	0.1	0.1
III	—0.1	0.2	0.0	0.3	0.5	0.5
IV	0.3	0.5	0.1	0.8	0.8	0.7
V	0.8	1.1	0.5	0.9	1.5	0.8
VI	1.5	0.9	0.4	1.4	1.9	1.5
VII	1.2	1.0	0.6	1.5	2.8	1.4
VIII	1.1	1.0	1.0	1.8	4.1	1.9
IX	0.4	0.8	0.7	1.0	2.6	1.3
X	0.4	0.7	0.7	0.1	1.5	0.8
XI	—0.2	0.3	0.0	0.6	0.9	0.7
XII	0.1	0.4	0.1	0.3	0.4	0.3

On voit qu'à Tachkent l'inversion du signe de la différence de la température entre la hutte et le psychromètre d'A s s m a n n se produit avant 7 h, à l'exseption de l'hiver seulement. Dans les observations de Leningrad dont j'omets les détails le signe des moyennes mensuelles de la différence est en général positif à toutes les heures-termes, sauf quelques cas isolés qui sont, chose curieuse, eparpillés dans les saisons variées.

Comme on le voit des tables I—III, l'influence de la hutte sur les indications des thermomètres est tellement marquée que l'écologie végétale doit en tenir compte, lorsqu'elle utilise les observations météorologiques officielles. Les différences de la température entre la hutte et le psychromètre d'A s s m a n n s'élèvent souvent à plus d'un degré en moyenne mensuelle et probablement à un niveau beaucoups plus élevé à des observations particulières. Il est impossible de préciser les maxima, car on ne poublie pas les observations *inextenso,* en se contentant des moyennnes mensuelles. A titre d'exemple je citerai ici, outre les données déjà mentionées, les observations de 1907 de Leningrad et de 1915 à Batavia. J'ai choisi les séries qui se rapprochent de la moyenne au point de vue considéré (table IV).

TABLE IV

Différences hutte—Assmann de la température de l'air pour 13h

Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Période
Leningrad	0.10	0.25	0 37	0 23	0.19	0.29	0.24	0.18	0 11	0.01	0.06	0.1(	1907
Batavia	0.69	0.16	−0.18	—0.04	0.60	0.15	0.53	—0 14	0.06	0.14	0.31	0.22	1915

Aux données de table IV il faut ajouter qu'en 1915 à Batavia les moyennes mensuelles des différences hutte — A s s m a n n pour la température étaient comprises entre + 1.06 (22 h, août) et — 1.09 (9 h, juillet). Des trois stations considérées, les plus faibles écarts donne Leningrad.

Pour l'écologie végétale, le problème de la hutte météorologique englobe aussi la question des mesures du pouvoir évaporatoire de l'air. La méthode la plus efficace pour caractériser ce pouvoir consiste en détermination de l'indice d'évaporation, défini dans la partie V de ces études. Cet indice ne diffère pas beaucoups du déficit hygrométrique, qu'on calcule au moyen de la formule

$$d = p' - p,$$

où p' est la tension de vapeur saturée et p — la tension de vapeur

TABLE V

Batavia, 1[illegible] h, 1925

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Les écarts hutte — Assmann	Température en centigrades	[illegible]	0.18	+0.18	+0.04	−0.60	−0.15	−0.53	+0.14	0.06	−0.14	0.3[illegible]	−0. 2
	Humidité relative %	+ [illegible]	11	− 25	− 2[illegible]	+ 30	− 16	+ 16	23	+ 7	+ 11	− 19	+ 26
Indice d'évaporation pour	Hutte	8.5	8.5	11.3	10.7	10.2	10.5	14.6	16.5	13.5	14.7	11.2	10.0
	Assmann	9.0	8.2	10.3	10.0	11.8	9.9	15.8	15.4	13.9	15.4	9.6	11.1

observée. Or, étant donné que la tension de vapeur saturée croit bien vite avec la température, on pourrait prévoir que l'influence de la hutte sur les thermomètres produira un effet très fort sur les valeurs de l'indice d'évaporation.

Cet effet dépend naturellement de l'action de la hutte sur le thermomètre mouillée et par suite sur les valeurs de l'humidité. Or le problème devient ici fort embrouillé, car nous avons les données contradictoires pour Batavia et pour Tachkent, les seules données que nous avons à notre dispositions, Lèningrad n'ayant pas publié ses observations à ce sujet. A Batavia, comme on le voit dans la table II, les différences hutte — Assmann pour la température et l'humidité relative ont en général des signes opposés, à Tachkent au contraire les signes sont pour la plupart concordants (voyez la table III). Considerons à part ces deux stations.

Pour ce qui est de Batavia, les heures du milieu du jour qui ont le plus dimportance pour l'écologie accusent les écarts de la température et de l'humidité les plus faibles de la journée (voyez la table II). Par suite, les écarts de l'indice d'évaporation sont faibles, également. Par exemple, pour 13 h en 1915 on obtient les valeurs mensuelles reunies dans la table V, qui donnent pour la hutte et pour le psychromètre d'Assmann la moyenne anuelle presque identique.

A Tachkent nous avons non seulement les écarts considérables de la température, mais aussi les écarts très forts de l'humidité. (Voyer la table III). Comme ces écarts ont des signes concordants, leur influence sur l'indice d'évaporation se compense partiellement. Cependant l'influence de l'humidité prévaut et, par suite, le psychromètre d'Assmann donne des valeurs plus élevées que la hutte météorologique (table VI).

Les différences entre les valeurs de la hutte et du psychromètre d'Assmann sont ici assez faibles, de même comme elles l'étaient à Batavia. Dans l'un et l'autre cas on peut les négliger, lorsqu'on compare les climats des localités appartenant à la même région.

TABLE VI

Tachkent, 1906. Les valeurs de l'indice d'évaporation calculées d'après les données de la hutte et du psychromètre d'Assmann pour 13h

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hutte	2.2	2.4	6.6	9.4	17.8	32.3	29.8	31.3	19.6	12.2	6.5	3.0
Assmann	2.0	2.3	6.9	9.8	17.7	32.3	30.7	33.5	21.[illegible]	[illegible]	7.2	3.2

Mais lorsqu'on veut déterminer les valeurs absolues de l'évaporation, on doit en tenir compte.

La cause de la différente action de la hutte à Batavia et à Tachkent reste à élucider.

XXIV. Sur la mesure des températures minima de l'air.

La mesure des températures minima de l'air est très simple et facile. On l'effectue généralement au moyen des thermomètres placés dans la cage météorologique. Leurs indications sont très utiles pour écologie théorique et pratique, surtout au printemps et en automne, quand ils renseignent sur les gelées dont l'action sur la végétation est fort nuisible et souvent désastreuse. Cependant, les agriculteurs et les horticulteurs se plaignent que ces renseignements sont souvent faux: les plantes sont souvent gelées quand les thermomètres indiquent une température supérieure au zéro.

La cause de cette discordance réside dans le fait bien connu que les plantes refroidissent pendant la nuit au-dessous de la température de l'air. En conséquence, il faut pour l'étude des gelées mesurer la température des plantes et non celle de l'air. Le moyen le plus simple pour ces mesures consiste en emploi des thermomètres placés librement sans abri. La température de ces thermomètres diffère de celle de l'air, mais pendant la nuit suit assez exactement la température des plantes. Or, les thermomètres libres indiquent en général des températures minima plus basses que les thermomètres en cage. On peut le voir, par exemple, d'après les observations exécutées dans la Station écologique de Dublany en juin 1933 (voyer la table VII). Le thermomètre libre était placé pendant ces observations au même niveau que celui de la cage.

Chose remarquable, la différence entre les thermomètres libres et ceux en cage est en général d'autant plus grande que le ciel est moins couvert par les nuages. On peut déduire facilement de la table VII que la différence (thermomètre en cage — thermomètre libre) était pendant les observations citées en moyenne égale à:

1.52°	pour les nébulosités	10—8
2.19°	„ „ „	7.5—5.5
2.72°	„ „ „	5—0,

la nébulosité étant la moyenne de celles de 7 heures du matin et de 21 heures du soir précédent.

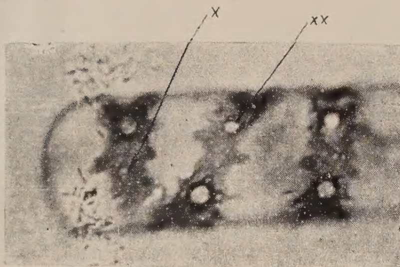
Cette influence de la nébulosité est facile à expliquer. Les nuages émettent, en effet, un rayonnement à ondes longues plus fort

Table VII
Températures minima de l'air dans la station des champs en juin 1933 à Dublany (49° 54' N, 24° 05' E 259 m).

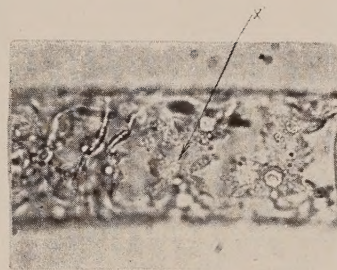
Data	Thermomètre en cage	Thermomètre libre	Nébulosité 7 h	Nébulosité 13 h	Nébulosité 21 h
1	9.8	7 9	10	10	10
2	10.5	7.7	10	3	4
3	8.6	4.1	1	7	7
4	3.5	0.8	3	7	9
5	6.1	3.8	5	8	4
6	6.4	3.8	10	10	10
7	6.2	6 3	10	10	10
8	6.4	6.2	10	7	8
9	9.6	3.8	10	10	10
10	11.0	11.3	10	10	10
11	12.1	12.2	10	9	10
12	12.4	12.3	10	1	1
13	8.3	4.8	3	5	0
14	10.5	9.8	0	3	3
15	12.7	11.7	10	10	10
16	14.4	11.2	10	10	4
17	10.6	7.9	0	9	10
18	10.6	12.0	10	4	10
19	10 6	8.0	10	10	1
20	10.0	7.8	1	5	10
21	9.5	6.3	10	8	5
22	10.6	8.5	8	7	7
23	14.0	12.6	6	10	10
24	11.9	9.7	4	10	10
25	10.6	10.0	10	10	10
26	11.1	7.9	10	10	10
27	10.1	6.3	5	8	5
28	10.0	7.3	10	10	8
29	9.0	6.3	5	7	1
30	12.4	9.5	10	10	10
Moyenne	10.0	7.9			

que l'atmosphère claire. Le rayonnement d'un ciel totalement couvert s'approche par son intensité de celui émis par les parois de la cage météorologique. Ce rayonnement échauffe les plantes et les thermomètres à peu près également, car il est absorbé par ces corps en proportion approché, contrairement au rayonnement à ondes courtes émis par les soleil dont l'action sur les plantes et les thermomètres est très différente.

Laboratoire de Botanique de l'École Polytechnique de Lwów.



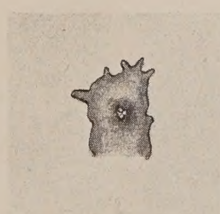
1



2.



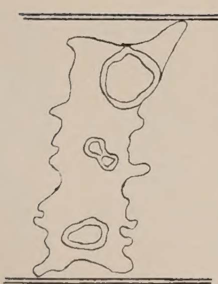
3.



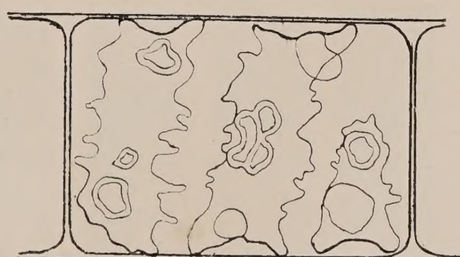
4.



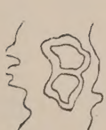
5.



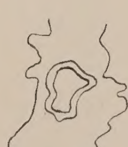
6.



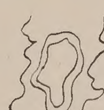
7.



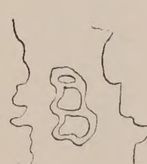
8.



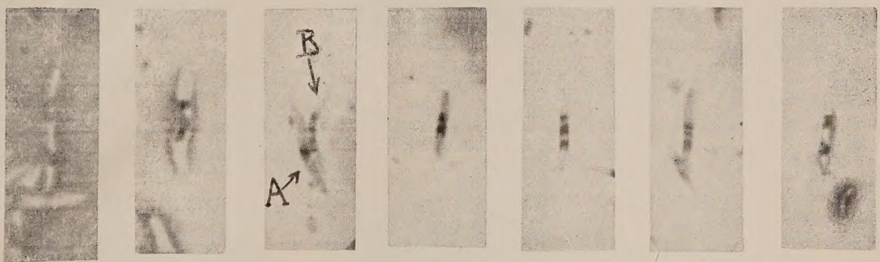
9.



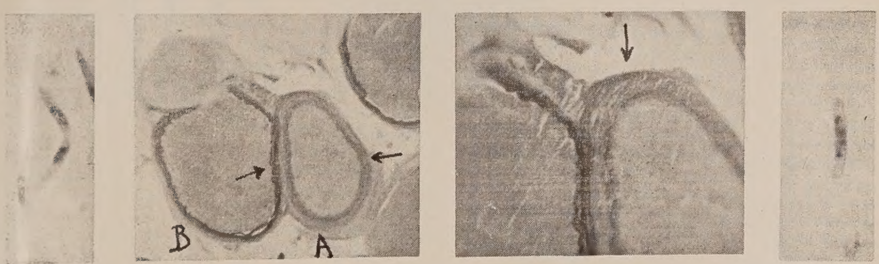
10.



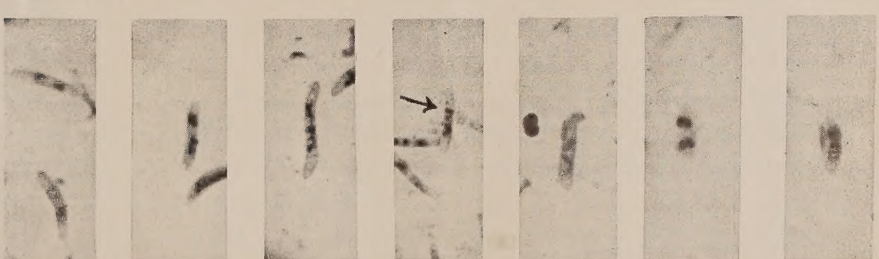
11.



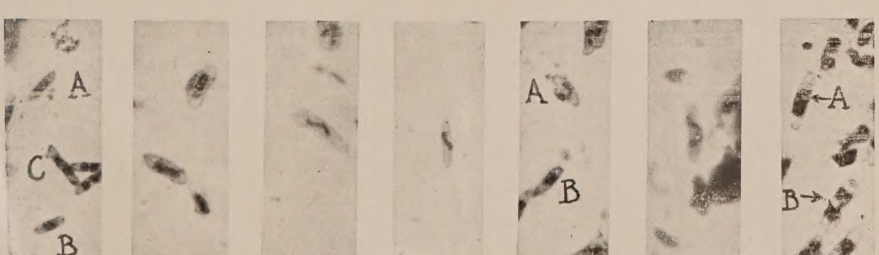
1 2 3 4 5 6 7



8 9 10 11



12 13 14 15 16 17 18



19 20 21 22 23 24 25

J. Badian